

С. А. Бирюков

Электронные часы на МОП интегральных микросхемах

Издательство «Радио и связь»



Основана в 1947 году
Выпуск 1178

С. А. Бирюков

Электронные часы на МОП интегральных микросхемах

Справочное пособие

PAVEL 49



Москва
«Радио и связь» 1993

СОДЕРЖАНИЕ

ББК 32.844
Б64
УДК (681.114.8:621.3.049.774.2):001.92

Федеральная целевая программа книгоиздания России

Редакционная коллегия:
Б. Г. Белкин, С. А. Бирюков, В. Г. Борисов, В. М. Бондаренко, Е. Н. Геништа, А. В. Гороховский, С. А. Ельяшкевич, И. П. Жеребцов, В. Т. Поляков, А. Д. Смирнов, Ф. И. Тарасов, Ю. Л. Хотунцев, Н. И. Чистяков, В. В. Фролов.

Бирюков С. А.
Б64 Электронные часы на МОП интегральных микросхемах. Справ. пособие.—М.: Радио и связь, 1993.—48 с.: ил.—(Массовая радиобиблиотека; Вып. 1178).
ISBN 5-256-00490-5.

Описаны практические конструкции бестрансформаторных электронных часов и будильников на микросхемах К176ИЕ2, специализированных микросхемах К176ИЕ3, К176ИЕ4, К176ИЕ5, К176ИЕ12, специализированных комплектах К176ИЕ18, К176ИЕ13, К176ИД2 (ИД3), специализированных БИС К145ИК1901, КА1016ХЛ1, первичных кварцевых часов на микросхеме К176ИЕ12, простейшего прибора для точной настройки кварцевых генераторов электронных часов на частоту 32 768 Гц. Приведены чертежи печатных плат, примеры конструктивного оформления, рекомендации по настройке.
Для радиолюбителей, знакомых с основами цифровой техники.

Б $\frac{2302020500-042}{046(01)-93}$ КБ-52-126-92 ББК 32.844

Справочное издание

Массовая радиобиблиотека. Вып. 1178

БИРЮКОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ НА МОП ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ

Справочное пособие

Руководитель группы МРБ И. Н. Суслова
Редактор И. Н. Суслова
Обложка художника Л. А. Рабенау
Художественный редактор Н. С. Шеин
Технический редактор Л. А. Горшкова
Корректор З. Г. Галушкина

ИБ № 2134

Сдано в набор 21.06.91. Подписано в печать 28.02.93. Формат 60×88 1/16. Бумага тип. № 2. Гарнитура литер. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,94. Усл. кр.-отт. 3,19. Уч.-изд. л. 3,49. Тираж 30 000 экз. Изд. № 22909 Зак. № 1193. С-042.

Издательство «Радио и связь», 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Московская типография № 4 Министерства печати и информации РФ, 129041, Москва, Б. Переяславская, 46

ISBN 5-256-00490-5

© Бирюков С. А., 1993

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ

От электронных часов требуется высокая точность хода, поэтому практически все конструкции в качестве задающего используют кварцевый генератор, который без термостатирования при тщательной установке начальной частоты может обеспечить точность хода несколько секунд в месяц. Иногда для задания хода часов используют частоту осветительной сети, но, во-первых, частота сети практически всегда ниже номинальной 50 Гц, во-вторых, ее нестабильность может давать уход около 10 с за 1 ч работы. Это обязательно требует коррекции хода часов по сигналам точного времени, что существенно усложняет их конструкцию и налаживание.

Частота кварцевого генератора часов составляет обычно десятки килогерц — единицы мегагерц, для деления частоты до одного импульса в секунду или в минуту используются цепи триггеров или микросхем-счетчиков. Для применения в часах подходят кварцевые резонаторы с частотами, являющимися степенями чисел 2 и 10, в этом случае схема делителя получается достаточно простой. Особенно удобен малогабаритный кварцевый резонатор РВ-72 на частоту $32768=2^{15}$ Гц, предназначенный для использования в электронных часах. Для деления его частоты до 1 Гц обычно используют микросхему К176ИЕ5, до одного импульса в минуту — микросхемы К176ИЕ12, К176ИЕ18. В состав указанных микросхем входят и элементы для построения кварцевого генератора.

Импульсы с частотой 1 или 1/60 Гц поступают далее на счетчик секунд, если он есть, минут и часов. Эти счетчики выполняют или на отдельных микросхемах, или на микросхеме К176ИЕ13, содержащей в себе необходимые счетчики, регистр памяти будильника, цепи построения динамической индикации.

Описанная структура электронных часов целиком реализована также в одной микросхеме КА1016ХЛ1. В настоящее время широкое распространение получили электронные часы, основанные на специализированных однокристальных микроЭВМ. Общее у часов на микроЭВМ и у часов с описанной выше структурой — наличие кварцевого генератора и делителя до 1 Гц (или до другой частоты, например 100 Гц). Дальнейшее формирование информации о текущем времени производится программным путем, описания которого здесь касаться не будем. Отметим только, что на основе одной базовой однокристальной микроЭВМ путем изменения содержимого ее постоянного запоминающего устройства можно получить микросхемы различного назначения — электронные часы, таймеры, временные программные устройства и др. Типичной однокристальной микроЭВМ является К145ИК19, на ее основе выпускают микросхему для электронных часов К145ИК1901.

Далее описаны различные варианты часов на КМОП- и МОП-микросхемах — на неспециализированных микросхемах К176ИЕ2 с кварцевым резонатором на произвольную частоту, на специализированных «часовых» микросхемах серии К176, на одной микросхеме К1016ХЛ1 и на микроЭВМ К145ИК1901.

Микросхемы структуры МОП и КМОП могут выходить из строя при неаккуратном обращении во время монтажа и эксплуатации, поэтому при работе с ними *следует соблюдать следующие правила.*

Для исключения случайного пробоя из-за наличия статического электричества потенциалы монтируемой платы, паяльника и тела монтажника должны быть уравнены. Для этого на ручку паяльника можно намотать несколько витков неизолированного

провода или укрепить жестяную пластинку и соединить через резистор 100...200 кОм с металлическими частями паяльника. Обмотка паяльника не должна иметь контакта с его корпусом. При монтаже свободной рукой следует касаться шин питания монтируемой платы. Если микросхема лежит в металлической коробке или ее выводы упакованы в фольгу, прежде чем взять микросхему в руки, следует дотронуться до коробки или фольги.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ НА МИКРОСХЕМАХ К176ИЕ2

В состав серии К176 входят микросхемы, предназначенные для построения электронных часов. При их отсутствии часы можно собрать, используя микросхемы К176ИЕ2. Схема таких часов приведена на рис. 1.

Кварцевый генератор собран на элементе DD2.2 и кварцевом резонаторе Z1, частота которого не должна превышать 559 240 Гц. Частота генератора делится счетчиком микросхемы DD1 так, чтобы частота на входе делителя с переключаемым коэффициентом деления DD3— DD7 составляла от 8738,13 до 17476,26 Гц. Делитель DD3— DD7 работает по принципу предварительной записи в счетчик числа, на которое нужно уменьшить коэффициент пересчета цепи триггеров. Импульсы с частотой 1/60 Гц с выхода делителя подаются на вход счетчика единиц минут DD8, десятков минут DD9, единиц часов DD10, десятков часов DD11. Коэффициент пересчета 6 в микросхеме DD9 обеспечен установкой в 0 счетчика при достижении состояния 6 с помощью элементов DD12.1 и DD12.2.

Коэффициент пересчета 24 в счетчике часов организован с помощью аналогичной схемы сброса на элементах DD12.3, DD12.4. Элементы VD7, C11, R13 служат для удлинения импульса установки в 0 и исключения влияния разброса параметров микросхем DD10, DD11.

Состояние счетчиков дешифрируется микросхемами DD13— DD16 типа К155ИД1 и индицируется индикаторами HG1— HG4. Транзисторы VT1— VT13, включенные по схеме эмиттерного повторителя, служат для согласования микросхем серии К176 и К155.

Питание часов — бестрансформаторное, резервированное. Напряжение сети гасится на конденсаторе C12, выпрямляется мостом VD6, сглаживается конденсатором C5 и стабилизируется цепью стабилитронов VD3—VD4. Резистор R11 служит для ограничения тока через мост VD6 в момент включения часов в сеть, резистор R12— для разряда конденсатора C12 после отключения часов от сети.

Аккумуляторная батарея GB1 обеспечивает питание счетчиков часов в случае перерывов в подаче электроэнергии. Через резистор R6 течет ток, компенсирующий саморазряд аккумулятора. Газоразрядные индикаторные лампы питаются от простейшего однополупериодного выпрямителя на диоде VD8.

Высокая надежность и бессбойность часов позволили до минимума упростить установку начальных показаний часов. Пуск часов можно осуществлять только в 20 ч. При нажатии на кнопку SB1 происходит подача логической 1 (лог. 1) на входы R всех счетчиков часов. В момент отпускания кнопки лог. 1 со входов R снимается, спад положительного импульса с выхода DD2.4 дифференцируется цепью C3R2, инвертируется элементом DD2.3 и в виде импульса положительной полярности подается на входы S1— S8 микросхем DD3— DD7, в результате чего происходит запись в делитель исход-

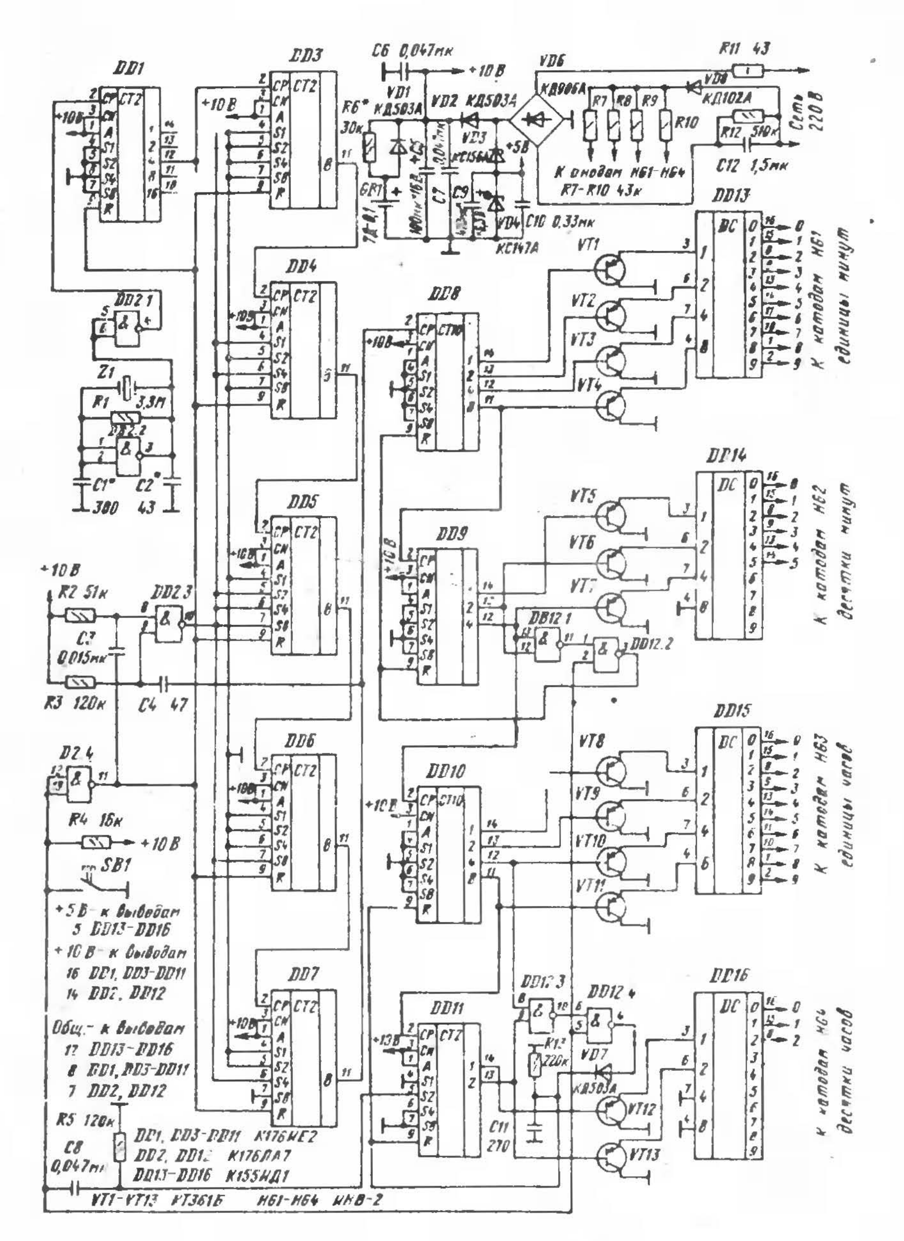


Рис. 1. Часы на микросхемах К176ИЕ2

ного состояния. Одновременно импульс положительной полярности, сформированный цепью R4C8R5, поступает на вход S2 микросхемы DD11 и устанавливает счетчик десятков часов в состояние 2.

Через 1 мин спад импульса положительной полярности на выходе 8 микросхемы DD7 переключает счетчик единиц минут в состояние 1. Кроме того, будучи продифференцирован цепью C4R3 и проинвертирован элементом DD2.3, он вновь производит запись в делитель исходного состояния и т. д.

Настройку делителя частоты под конкретный кварцевый резонатор производят следующим образом. Частота резонатора делится на одно из чисел (2, 4, 8, 16 или 32) так, чтобы результат деления находился в диапазоне 8738,13...17476,26 Гц. Число, на которое необходимо разделить частоту резонатора, определяет выход микросхемы DD1, с которого сигнал снимается на вход 2 микросхемы DD3 — соответственно выводы 14, 13, 12, 11, 10.

Результат деления умножается на 60 и округляется до ближайшего целого, получившееся число должно находиться в интервале от 524 288 до 1 048 576. Это число уменьшается на 1 и переводится в двоичную форму.

В качестве примера рассмотрим настройку делителя под кварцевый резонатор частотой 100 кГц. Необходимый коэффициент деления в микросхеме DD1 равен 8 ($100\ 000:8=12\ 500$, $8738,13<12\ 500<17476,26$), поэтому ко входу 2 микросхемы DD3 необходимо подключить вывод 12 микросхемы DD1. Коэффициент деления в микросхемах DD3— DD7 составит $12\ 500\times60=750\ 000$, он, как и требуется, находится в указанных пределах. Двоичный эквивалент числа 749999_{10} равен $1011\ 0111\ 0001\ 1010\ 1111_2$. Число знаков в двоичном эквиваленте должно быть равно 20. Значения разрядов двоичного эквивалента определяют подключение входов микросхем DD3—DD7, младшие четыре разряда—DD3, следующие четыре разряда — DD4 и т. д. При 1 соответствующий разряд подключается к общему проводу, при 0— к выходу DD2.3. Старший разряд двоичного эквивалента всегда равен 1, поэтому вход S8 микросхемы DD7 соединяется с общим проводом независимо от частоты кварцевого резонатора.

Показанное на схеме рис. 1 подключение входов микросхем делителя соответствует проделанному выше расчету для частоты кварцевого резонатора 100 кГц.

В часах применены конденсаторы КМ5а (С1— С4, С6— С8, С11), КМ6 (С10), К73-17 (С12 1,0+0,47 мкФ на напряжение 250 В), К52-1 (С5), К50-6 (С9), резисторы МЛТ.

В качестве VT1— VT13 можно использовать любые маломощные кремниевые p-n-p транзисторы, диоды КД503А можно заменить практически на любые маломощные. Резистор R11 размещен в сетевой вилке.

Настройку часов производят при питании от источника напряжением 14...15 В, замкнув выводы конденсатора С12. Работу делителя DD1— DD7 проверяют, подключая вход осциллографа поочередно к различным выводам этих микросхем, при проверке выходов микросхемы DD7 удобно использовать вольтметр постоянного напряжения. При этом следует убедиться, что период импульсов на выходе 8 микросхемы DD7 составляет 1 мин.

Работу счетчиков DD8— DD11 проверяют, подключив выводы 2 микросхемы DD8 и DD10 к выводу 14 микросхемы DD6, где период импульсов составляет около 1 с. На выводе 12 микросхемы DD9 период импульсов должен быть в 60 раз больше, на выводе 13 микросхемы DD11— в 24 раза.

Следует проверить также правильность установки в 0 микросхем DD1, DD3— DD11 при нажатии кнопки SB1 и запись состояния 2 в микросхему DD11 при ее отпускании.

После проведения указанных проверок необходимо снять перемычку с конденсатора С12 и включить часы в сеть.

После установки теплового режима в корпусе часов проверяют уход показаний за 3—4 недели и уточняют настройку делителя. Предположим, часы спешат на 4 с в сутки. В этом случае коэффициент деления нужно увеличить на $4\cdot750\ 000/86\ 400=35$ (86 400— число секунд в сутках). Таким образом, необходимый коэффициент деления составит 750 035, он уменьшается на единицу и по нему вновь определяется двоичный эквивалент и распайка выводов микросхем DD3— DD7. Как правило, изменяют распайку выводов лишь младших разрядов.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ С ГЕНЕРАТОРОМ НА МИКРОСХЕМЕ К176ИЕ5

При использовании специализированных микросхем К176ИЕ3, К176ИЕ4, К176ИЕ5 схему часов можно существенно упростить. Схема одного из возможных вариантов электронных часов на таких микросхемах приведена на рис. 2.

Задающий генератор выполнен на микросхеме DD6 и кварцевом резонаторе Z1 на частоту 32 768 Гц. В результате деления частоты генератора на 2^{15} в микросхеме DD6 на ее выходе 15 (вывод 5) образуются импульсы с частотой 1 Гц. Частота этих импульсов делится в микросхемах DD7 и DD8 до одного импульса в минуту. Через дифференцирующую цепь C10R7R8 и нормально замкнутые контакты кнопки SB1 импульсы поступают на счетчики единиц минут DD1, десятков минут DD2, единиц часов DD3, десятков часов DD4. В счетчике часов коэффициент пересчета 24 организован за счет подключения выходов 2 микросхемы DD4 и 4 микросхемы DD3 через элемент И (DD9.3 и DD9.4) ко входам R этих же микросхем.

В часах для упрощения схемы применено непосредственное подключение вакуумных люминесцентных семисегментных индикаторов к выходам микросхем серии К176. Для получения достаточной яркости свечения напряжение питания микросхем увеличено до 12...13 В. Напряжение, подаваемое на сетки индикаторов, составляет 30 В, несколько увеличено напряжение накала. Эти меры позволили исключить ключевые транзисторы. В такой схеме включения достаточно ярко светятся лишь самые маленькие индикаторы — ИВ6 и ИВ8, неплохие результаты получены с ИВ22. Для уменьшения амплитуды переменного напряжения на резонаторе Z1 включен резистор R13.

В часах предусмотрена как установка часов, так и минут. Установку часов производят следующим образом. Каждое нажатие на кнопку SB2 переключает триггер на элементах DD9.1 и DD9.2, служащий для подавления дребезга контактов кнопки, в состояние, в котором на входе 1 DD5.4 уровень лог. 0, на выходе 3— лог. 1. Кроме того, при нажатии на кнопку SB2 происходит установка в состояние 0 делителя DD6, DD7, DD8 и счетчика минут DD1 и DD2. В момент отпускания кнопки SB2 изменение уровня на входе С DD3 с лог. 1 на лог. 0 увеличивает показание счетчика часов на 1. Нажав кнопку SB2 несколько раз, можно установить необходимое показание счетчика часов. Последний раз необходимо отпустить кнопку по шестому сигналу поверки времени или в момент прохождения секундной стрелки эталонных часов числа 12.

Если пуск часов осуществляется не в момент, соответствующий целому часу, установку минут производят нажатием на кнопку SB1. В результате на вход С микро-

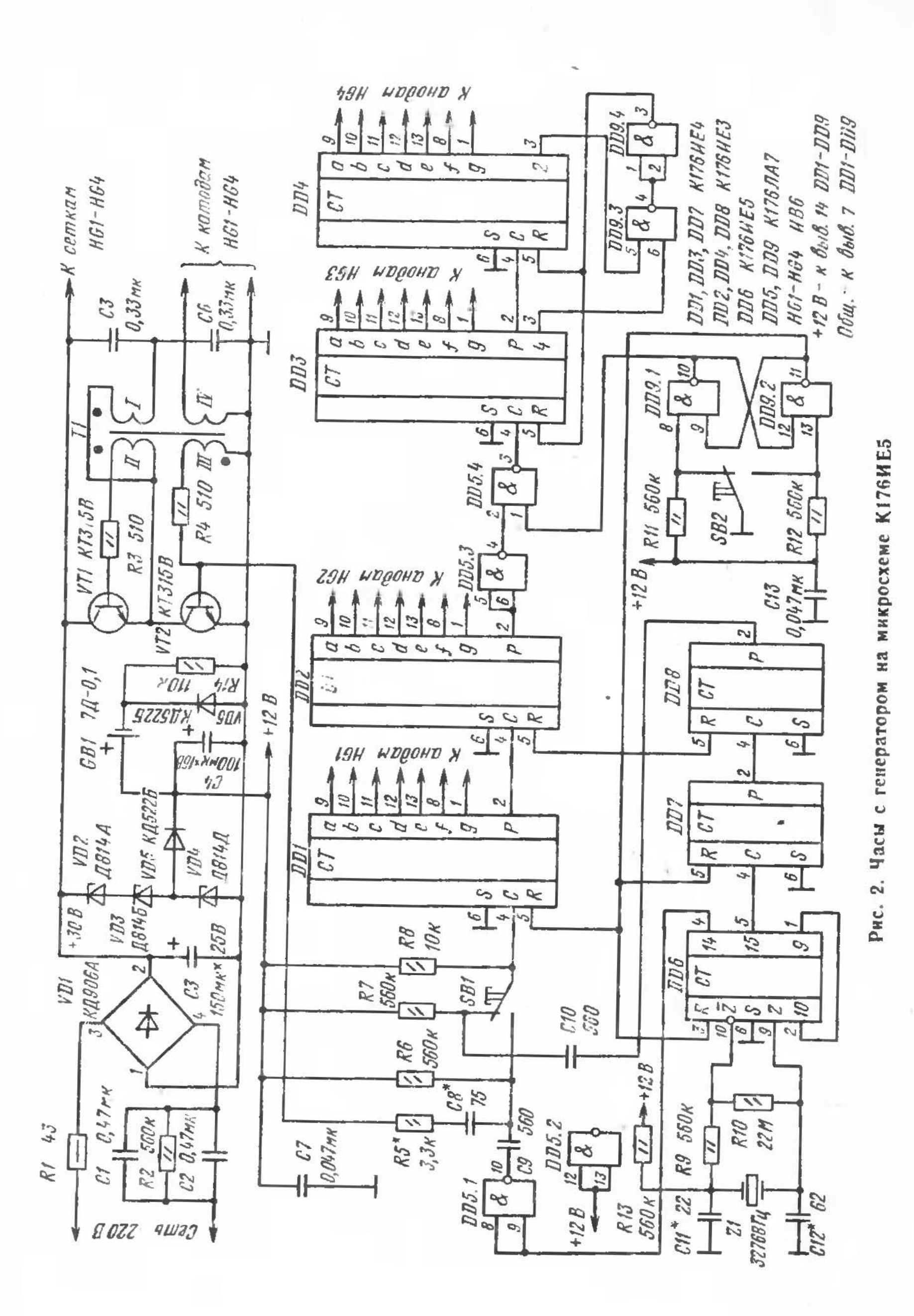


Рис. 2. Часы с генератором на микросхеме К176ИЕ5

схемы DD1 с выхода 14 DD6 подаются импульсы с частотой 2 Гц. Дифференцирующие цепи C9R6R8 и C10R7R8 необходимы для подавления дребезга контактов кнопки SB1.

В часах применено питание от сети без трансформатора аналогично предыдущей конструкции. Напряжение сети гасится на конденсаторах C1 и C2, выпрямляется мостом VD1 и стабилизируется цепью стабилитронов VD2—VD4. Со стабилитрона VD4 через диод VD5 напряжение 12 В поступает на выводы 14 микросхем DD1—DD9. Напряжение 30 В подают на сетки индикаторов и на преобразователь напряжения на транзисторах VT1 и VT2 и трансформаторе T1, служащий для получения напряжения 0,9...1 В для питания нитей накала индикаторов. Для запуска преобразователя при включении часов используют цепь C8R5, через которую продифференцированные импульсы с частотой 2 Гц подаются на базу транзистора VT2.

Питание часов резервировано аккумуляторной батареей GB1. При наличии напряжения сети происходит подзаряд батареи через резистор R14 током, компенсирующим саморазряд. При перерывах в подаче напряжения сети, при перемещении часов с отключением от сети питание на микросхемы через диод VD6 подается от батареи GB1, с индикаторов напряжение питания снимается. При этом сбоя в показаниях не происходит. Более того, если длительность отключения от сети не превышает суток, ошибка в ходе часов не превышает 1...2 с. Возникает же ошибка за счет изменения теплового режима внутри корпуса часов.

Даже без батареи GB1 без сбоя показания часы можно отключить от сети на 1...2 с, питание микросхем при этом осуществляется за счет заряда конденсатора C4.

В часах применены конденсаторы К73-17 (C1, C2), К52-1 (C3, C4), КМ6 (C5, C6), КМ5а (C7-C10, C13), К10-17 (C11, C12), резисторы МЛТ и КИМ (R10). Резистор R1 установлен в сетевой вилке. Кварцевый резонатор Z1 типа РВ-72 от наручных часов. В качестве кнопок SB1 и SB2 использованы микропереключатели МП7, напротив штоков которых в корпусе часов просверлены отверстия. Трансформатор T1 намотан на ферритовом кольце 600НН К10×6×5 проводом ПЭЛШО-0,27. Обмотка I содержит 60 витков, II и III— по 10 витков, обмотка IV—5 витков.

Все детали часов, кроме R1 и GB1, размещены на печатной плате с габаритными размерами 70×90 мм. На рис. 3, *а* показано расположение проводников на стороне, противоположной стороне установки деталей, на рис. 3, *б* — расположение деталей и проводников на стороне деталей. Проволочный резистор R1 установлен в сетевой вилке, батарея GB1 — рядом с печатной платой в корпусе часов. Конструкция часов приведена на рис. 4. Корпус выполнен из прозрачного органического стекла толщиной 3 мм и оклеен светлой декоративной пленкой под дерево. Торцевая и внутренняя поверхность верхней, нижней и боковых стенок корпуса окрашена темной коричневой нитроэмалью. В пленке на передней стенке корпуса после ее наклейки лезвием бритвы вырезано окно против индикаторов. Печатная плата и задняя стенка прикреплены винтами М2 к четырем бобышкам из органического стекла, приклеенным к боковым стенкам корпуса. Налаживание часов следует производить при питании от источника напряжением 35 В, изолированного от сети, при замкнутых конденсаторах C1 и C2. Прежде всего необходимо подобрать емкость конденсатора C8 и сопротивление резистора R5 для обеспечения надежного запуска преобразователя и отсутствия срывов генерации, которые могут происходить при приходе импульсов на базу VT2 в противофазе с собственными колебаниями преобразователя при большой емкости конденсатора C8. Для обеспечения точности хода подбор конденсаторов C11 и C12 осуществляют после установления теплового режима в корпусе часов.

Рис. 3. Печатная плата часов:
а — сторона, противоположная стороне установки микросхем; *б* — сторона установки микросхем

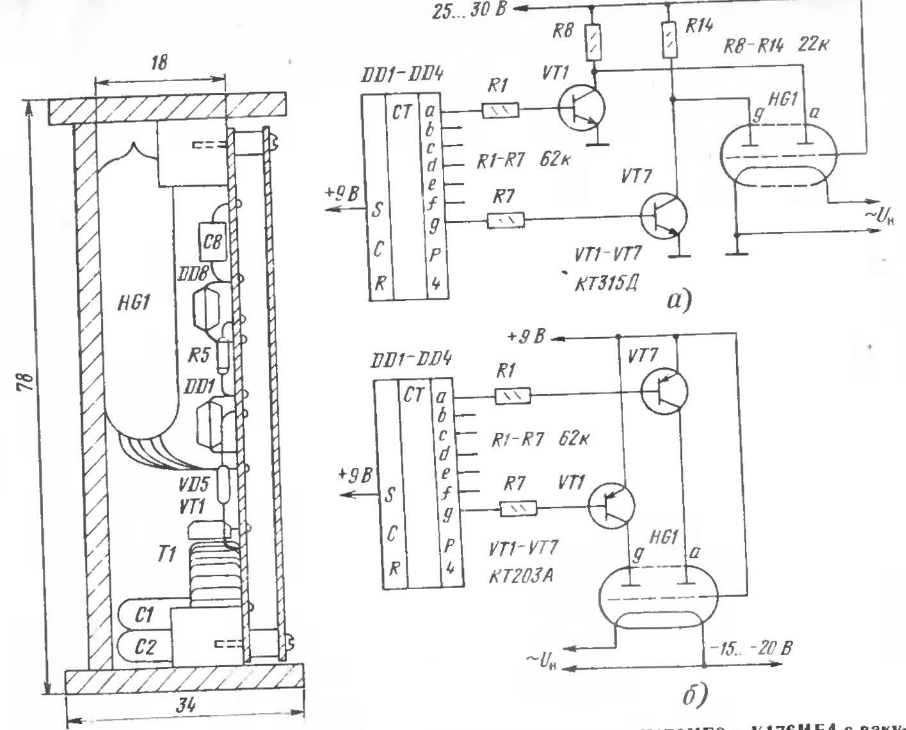


Рис. 4. Конструкция часов

Рис. 5. Согласование микросхем К176ИЕ3 и К176ИЕ4 с вакуумными люминесцентными индикаторами:
а — с помощью n-p-n транзисторов; *б* — с помощью p-n-p транзисторов

Значительно облегчить и ускорить подстройку хода часов можно установкой вместо каждого из конденсаторов C11 и C12 параллельно соединенных постоянного и подстроечного конденсаторов. Вместо C11 следует установить постоянный конденсатор емкостью 12 пФ и подстроечный с максимальной емкостью 20 пФ, вместо C12 — соответственно 56 и 10 пФ. Подстроечные конденсаторы можно установить в зазоре между печатной платой и задней стенкой, подпаяв их выводы к печатным проводникам. Роторы подстроечных конденсаторов должны быть подключены к общему проводу. Конденсатор, подключенный параллельно C11, служит для грубой подстройки частоты, подключенный параллельно C12— для точной.

Регулировку хода часов подстроечными конденсаторами осуществляют следующим образом. Установив роторы конденсаторов в среднее положение, часы в корпусе запускают и определяют их уход за три-четыре недели. Затем часы отключают от сети, к выходу 15 DD6 (вывод 5) и к общему проводу подключают цифровой частотомер в режиме измерения периода и оставляют их в положении свободного доступа к подстроечным конденсаторам для установления теплового режима как в часах, работающих от аккумуляторной батареи, так и во включенном частотомере (примерно на 1 ч).

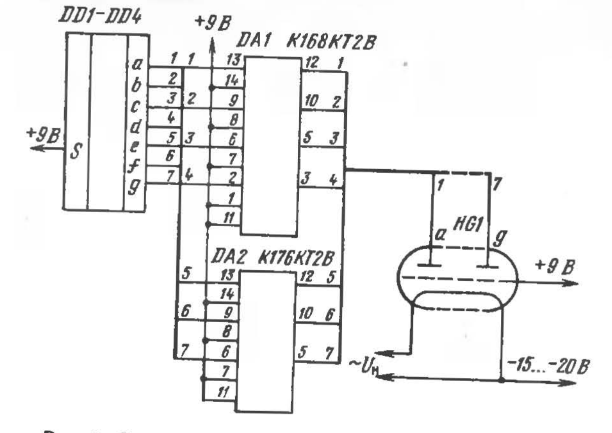


Рис. 6. Согласование с помощью микросхем К168КТ2В

Далее рассчитывают поправку, на которую необходимо изменить частоту задающего генератора. Предположим, что часы ушли вперед на 5 с за одну неделю. Относительное отклонение частоты от необходимой составит $5/7 \cdot 86\,400 = 8{,}3 \cdot 10^{-6}$. Поэтому для понижения частоты до необходимой следует увеличить измеряемый по частотомеру период (1 с) на 8,3 мкс. Период вначале подстраивают конденсатором грубой подстройки, затем — точной. Хорошо отрегулированные часы обеспечивают точность не хуже 2 с в месяц.

Приведенная схема часов может служить основой для многих конструкций. Можно использовать люминесцентные индикаторы с большим размером цифр и обеспечить большую яркость их свечения, если между выходами микросхем DD1— DD4 и анодами индикаторов включить 24 транзисторных ключа, согласующие элементы по схемам рис. 5—7. В случае установки транзисторов по схеме рис. 5 и 6 для индикаторов единиц минут и единиц часов нужно по семь транзисторов, для индикаторов десятков минут — шесть транзисторов, так как аноды a и d при индикации цифр 0—5 переключаются одинаково и ими можно управлять от одного транзистора; вход ключа может управляться от выхода d или a DD3.

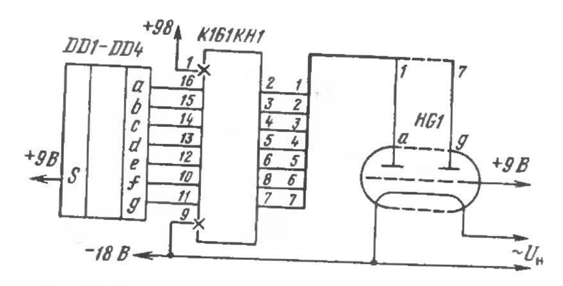


Рис. 7. Согласование с помощью микросхемы К161КН1

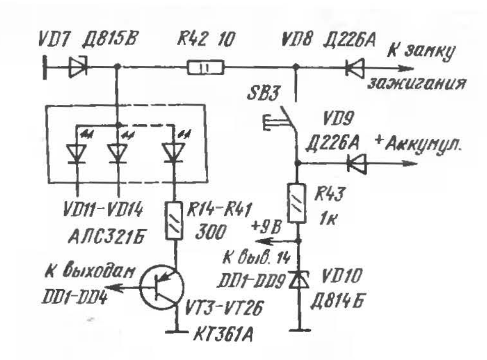


Рис. 8. Доработка часов для установки в автомобиль

Для индикатора десятков часов необходимо четыре транзистора — аноды a, d, e могут управляться от одного транзистора, анод в может быть постоянно подключен к источнику +30 В.

Для обеспечения правильной поляриости выходных сигналов DD1— DD4 (лог. 0 для зажигания сегмента) управляющие входы S указанных микросхем (выводы 6) отключают от общего провода и подключают к источнику +9 В. Такое же изменение в схеме производят и для всех описываемых далее вариантов часов.

В блоке питания заменяют стабилитрон VD4 на Д814Б или Д814В с напряжением стабилизации 9,6...10,2 В, а резистор R14 уменьшают до значения, обеспечивающего ток подзаряда GB1 около 30 мкА. Напряжение питания индикаторов при этом снижается примерно до 27 В.

В преобразователе напряжения при применении индикаторов с большим током или большим напряжением накала параллельно резисторам R3 и R4 подключают конденсаторы емкостью 270 пФ, транзисторы VT1 и VT2 устанавливают типа КТ3102А, а емкость конденсатора C8 увеличивают примерно до 270 пФ. Число витков обмотки IV пересчитывают из расчета пять витков на 1 В.

Суммарную емкость конденсаторов C1, C2 увеличивают примерно до 1,5 мкФ.

Использовав светодиодные индикаторы с общим анодом, можно изготовить часы для установки в автомобиле. В этом случае из схемы рис. 2 исключают блок питания (элементы, расположенные на схеме выше DD1— DD4, кроме C4), а сегменты индикаторов подключают к выходам DD1— DD4 через эмиттерные повторители на 24 любых маломощных p-n-p транзисторах (рис. 8). Для нормирования рабочего тока в цепь каждого сегмента включается свой ограничительный резистор. Для сегментов a и d индикатора десятков минут используют два резистора и один общий транзистор, для сегментов a, d и e индикатора десятков часов — три резистора и один транзистор. Сегмент индикатора В десятков часов необходимо соединить с общим проводом через резистор 360 Ом.

Питание микросхем часов осуществляется от простейшего стабилизатора на стабилитроне VD10 и резисторе R43, при выключенной индикации потребляемый ток составляет около 3 мА. Для включения индикации включают ключ зажигания или нажимают кнопку SB3, при этом потребляемый часами ток возрастает примерно до

400 мА. Стабилитрон VD7, обеспечивающий стабилизированное напряжение для питания индикаторов, необходимо установить на радиатор.

С такими индикаторами можно сделать и настольные часы, но их цифры имеют небольшие размеры и из-за большого потребляемого тока необходим трансформаторный блок питания. Питание индикаторов может осуществляться от мостикового выпрямителя без сглаживания и стабилизации (обмотка рассчитывается на напряжение 5...6 В), а стабилизатор для питания микросхем может быть простейшим — резистор и стабилитрон на 9,6...10,2 В (с подключением резервного аккумулятора).

Возможно применение и накальных индикаторов (ИВ9, ИВ13 и т. д.). Их следует включать так же, как и светодиодные, но без ограничительных резисторов R14— R41 (рис. 8). Рабочее напряжение стабилитрона VD7 в автомобильном варианте для компенсации потерь на эмиттерных повторителях часов следует выбрать примерно на 1 В больше рабочего напряжения индикаторов, а напряжение обмотки трансформатора в стационарном варианте без стабилизации — примерно на 3 В больше, так как около 2 В падает еще и на мостиковом выпрямителе. В часах можно применить специально разработанный для часов плоский люминесцентный индикатор ИВЛ-7/5. Этот индикатор имеет толщину 10 мм при размере цифр 11×22 мм.

В одном индикаторе расположены четыре знакоместа, сгруппированные по два и разделенные двумя точками. Одноименные аноды знакомест объединены, что позволяет использовать индикатор только в динамическом режиме.

На рис. 9 приведен возможный вариант схемы подключения индикатора ИВЛ1-7/5 к часам по схеме рис. 2. С вывода 11 микросхемы DD6 сигнал с частотой 32 768 Гц поступает на микросхему DD10, включенную в качестве делителя частоты на 64. С ее выхода сигнал с частотой 512 Гц подается на двухразрядный счетчик на D-триггерах DD11.1 и DD11.2. Элементы DD12.1, DD12.2, DD13.1, DD13.2, входы которых подключены к выходам D-триггеров, образуют дешифратор, на выходах которого последовательно формируются импульсы отрицательной полярности с частотой 128 Гц, поступающие на базы транзисторов VT3—VT6 и на входы инверторов DD12.3, DD12.4, DD13.3, DD13.4. С коллекторов транзисторов импульсы поступают на сетки индикаторов, поочередно включая каждое из знакомест. С выходов инверторов импульсы положительной полярности подаются на управляющие входы. С микросхем DD14—DD20 типа К176КТ1, выполняющих роль мультиплексоров, поочередно подключающих выходы микросхем DD1—DD4 к базам транзисторов VT7—VT13.

В результате в момент подачи положительного импульса на первую сетку (крайнюю правую) на транзисторы VT7—VT13 приходят сигналы с микросхемы DD1 и на крайнем правом знакоместе индицируется цифра единиц минут, в следующий момент положительный импульс подается на вторую сетку, на транзисторы подаются сигналы с выходов DD2 и т. д. Благодаря достаточно высокой частоте коммутации мелькание цифр незаметно.

В схеме динамической индикации в качестве микросхемы DD10 можно использовать двоичный счетчик К176ИЕ1, микросхему К176ИЕ в режиме деления на 32, можно собрать генератор на одной микросхеме К176ЛА7 или К176ЛЕ5 (рис. 10). В качестве микросхемы DD11 можно использовать также К176ИЕ1 или К176ИЕ2, заменив элементы DD12.1, DD12.2, DD13.1, DD13.2 на дешифратор К176ИД1, входы 4 и 8 (выводы 12 и 11) которого соединены с общим проводом.

Транзисторы VT3—VT13 — любые маломощные кремниевые p-n-p транзисторы с допустимым напряжением коллектор — эмиттер не менее 30 В.

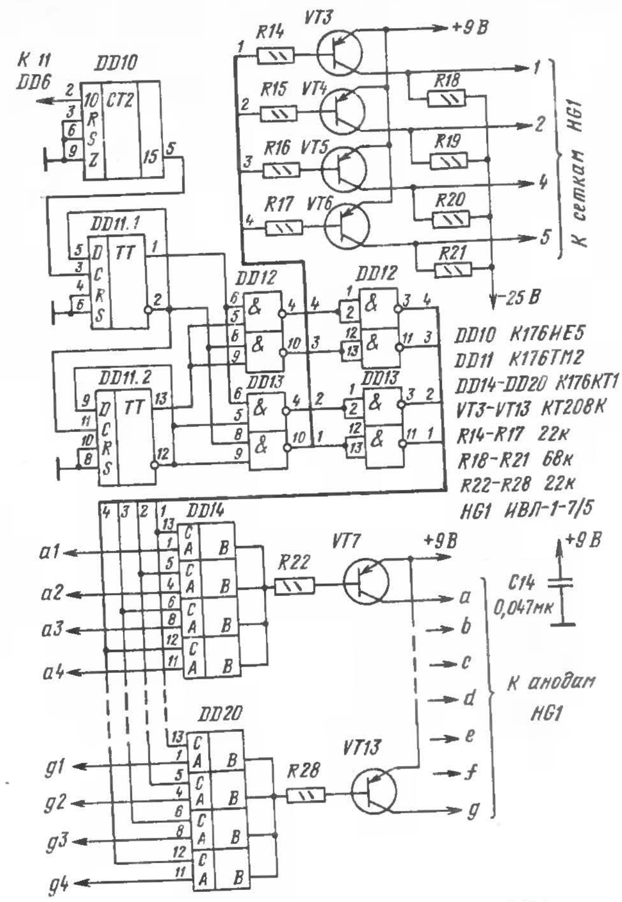


Рис. 9. Подключения индикатора ИВЛ1-7/5

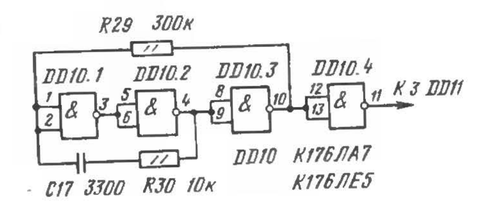


Рис. 10. Генератор для схемы рис. 9

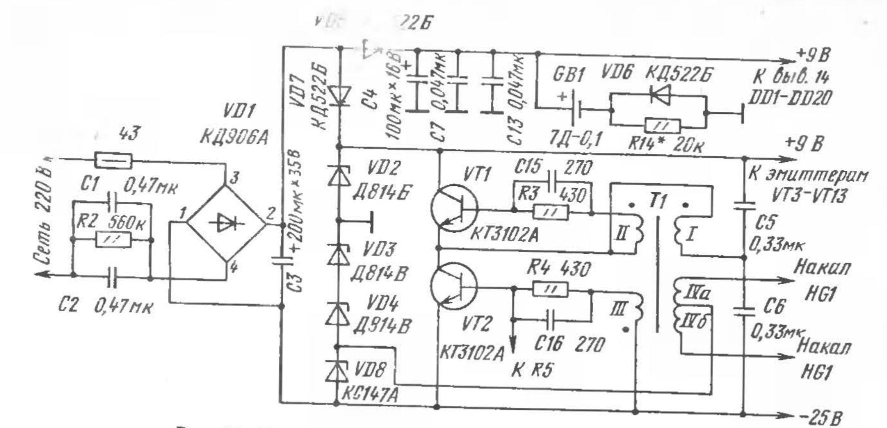


Рис. 11. Блок питания часов с индикатором ИВЛ1-7/5

На рис. 11 приведена схема блока питания электронных часов с индикатором ИВЛ1-7/5. Напряжение питания микросхем около 9,5...10 В определяется стабилитроном VD2.

Напряжение питания индикатора составляет около 29 В (стабилитроны VD2—VD4). Для исключения подсветки неиндицируемых сегментов на сетки запираемых знакомест через резисторы R18—R21 подается отрицательное относительно нити накала напряжение значением около 5 В, получаемое за счет падения напряжения на стабилитроне VD8.

Напряжение накала индикатора ИВЛ1-7/5 составляет 5 В, поэтому обмотка IV трансформатора T1 имеет 20 витков с отводом от середины, остальные данные трансформатора те же, что и для основного варианта часов. В связи с тем, что схема управления индикаторами с помощью p-n-p транзисторов более экономична, чем с n-p-n транзисторами, достаточно суммарной емкости C1 и C2 около 1 мкФ.

Для того чтобы зажечь точки между цифрами, сетку 3, управляющую точками, подключают к любой другой сетке, а аноды точек — к цепи +9 В (катод VD2). Если необходимо сделать точки мигающими с частотой 1 Гц, аноды подключают через ключ из резистора и p-n-p транзистора (подобно, например, R28 и VT13) к выходу 15 (вывод 5) микросхемы DD6. Если же аноды точек подключить к этому выходу DD6 непосредственно, вместо полного гашения точек произойдет уменьшение яркости с частотой 1 Гц, что в меньшей степени раздражает глаза.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ С ГЕНЕРАТОРОМ НА МИКРОСХЕМЕ К176ИЕ12

При использовании микросхемы К176ИЕ12 в часах их схема упрощается. На рис. 12 приведена схема одного из возможных вариантов часов. Задающий кварцевый генератор собран на микросхеме DD1 и кварцевом резонаторе Z1 и работает на частоте 32 768 Гц. Конденсатором C3 можно осуществлять грубую подстройку частоты, конденсатором C2— точную. Непосредственно к выходу кварцевого генератора в микросхеме DD1 подключен вход 15-разрядного делителя частоты. С его выхода S

DD1 К176ИЕ12 DD2 К176ЛА7
DD3, DD5 К176ИЕ4 DD4, DD6 К176ИЕ3
DA1-DA6 К168КТ2В HG1-HG4 ИВ11

Рис. 12. Часы с генератором на микросхеме К176ИЕ12

импульсы с частотой 1 Гц поступают на вход C делителя частоты на 60, расположенного в той же микросхеме DD1. С выхода M импульсы с периодом в 1 мин поступают на вход C счетчика единиц минут DD3, с его выхода P на вход счетчика десятков минут DD4 и далее на счетчик единиц часов DD5 и десятков часов DD6. При достижении счетчиком DD6 состояния 2 (20, 21, 22, 23 часа) на выходе 2 DD6 появляется 1, а при достижении счетчиком DD5 состояния 4 (24 часа) такой же сигнал появляется на выходе 4 DD5. Две лог.1 на входах DD2.3 обеспечивают появление 0 на выходе DD2.3 и лог. 1 на выходе DD2.4, которая, поступая на входы сброса R микросхем DD5 и DD6, устанавливает их в 0.

Для согласования с вакуумными люминесцентными индикаторами HG1—HG4 применены ключи на МОП-транзисторах с индуцированным каналом p-типа, входящие в состав сборок DA1—DA6. Необходимо полярность выходных сигналов микросхем DD3—DD6 (лог. 0 на зажигание сегментов,—9 В на затворах транзисторов сборок относительно их истоков и подложек) обеспечивает подключение входов S этих микросхем к источнику питания +9 В.

Установка времени в часах может осуществляться лишь в моменты, соответствующие целым часам. Для установки используют кнопку SB1 и триггер DD2.1 и DD2.2, служащий для подавления дребезга контактов кнопки. При нажатии на кнопку SB1 на выходе DD2.2 появляется сигнал лог. 1, который устанавливает делители микросхемы DD1 и счетчики минут DD3 и DD4 в 0. На выходе P счетчика DD4 появляется лог. 0, но на вход C счетчика DD5 поступает лог. 1 через диод VD2. После отпускания кнопки на вход C счетчика DD5 поступает лог. 0, в результате чего показания счетчика часов увеличиваются на единицу. Нажимая и отпуская кнопку соответствующее число раз, можно установить любое показание счетчика часов. Последний раз следует отпустить кнопку спустя одну секунду после шестого сигнала поверки времени. Подача сигнала сброса на входы R микросхемы DD1 обеспечивает переключение счетчика единиц минут в состояние 1 спустя ровно 1 мин после шестого сигнала поверки времени.

В часах применено бестрансформаторное питание от сети аналогично предыдущим конструкциям.

Напряжение со стабилитрона VD4 через диод VD5 поступает на выводы питания микросхем (приблизительно 9 В относительно общего провода). Полное напряжение со всей цепочки стабилитронов (около 25 В) подается на преобразователь напряжения, собранный на транзисторах VT1—VT3 по схеме с внешним возбуждением. В качестве входного сигнала преобразователя используется сигнал с частотой 32 768 Гц с выхода контроля частоты K микросхемы DD1. На транзисторе VT1 собран каскад, усиливающий входной сигнал до полного напряжения питания, транзисторы VT2 и VT3— эмиттерный повторитель, пропускающий обе полуволны входного сигнала на трансформатор T1. Напряжение со вторичной обмотки трансформатора подается на нити накала индикаторов HG1—HG4. Диод VD9 защищает эмиттерный переход транзистора VT1 от обратного напряжения.

В часах применены конденсаторы К73-17 на 250 В (C6, C7), К52-1 (C8, C9), КМ6 (C11, C12), КМ5а (C5, C10, C13), К10-17 (C1, C4), КТ4-25б (C2, C3), резисторы КИМ (R1) и МЛТ (остальные). Кварцевый резонатор Z1 — от наручных часов. Кнопкой SB1 служит микропереключатель МП7, напротив штока которого в корпусе часов просверлено отверстие. Трансформатор T1 намотан на кольце из феррита 600НН К10×6×5. Первичная обмотка содержит 100 витков провода ПЭЛШО-0,1, вторичная — 14 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,35 мм.

Часы собраны на двух двухсторонних печатных платах. Расположение проводников на платах приведено на рис. 13, габаритные размеры плат 115×65 мм и 115×27,5 мм. Расположение деталей на платах и соединение плат между собой показано на рис. 14. Отверстия в платах в основном имеют диаметр 0,8 мм, отверстия для установки стабилитронов и конденсаторов C2, C3 и C8—1,2 мм, угловые крепежные отверстия —2,2 мм.

Кварцевый резонатор и микропереключатель закреплены на плате хомутиками из проволоки диаметром 0,6 мм, впаянными в печатную плату, трансформатор установлен при помощи винта М2 с гайкой.

Конденсаторы C2 и C3 для удобства подстройки установлены со стороны, противоположной стороне установки остальных деталей. При установке C2 и C3 выводы роторов конденсаторов необходимо соединить с общим проводом платы.

Резистор R5 установлен в сетевой вилке.

Часы собраны в корпусе, склеенном из прозрачного темно-зеленого органического стекла (рис. 15). Печатная плата с основными элементами крепится винтами М2 к двум бобышкам из органического стекла, приклеенным к верхней и боковым стенкам корпуса. Между собой платы соединены двумя уголками из латуни толщиной 1 мм.

Поскольку элементы на платах монтируют довольно плотно, рекомендуется индикаторные лампы устанавливать в последнюю очередь. При установке индикаторов печатные платы должны быть скреплены между собой.

Налаживание правильно собранных часов несложно. Первое включение следует производить, пользуясь вместо сети регулируемым источником постоянного тока на напряжение 25...30 В. Установив на источнике минимальное выходное напряжение и соединив между собой выводы конденсаторов C6, C7, включают сетевую вилку в источник. Полярность включения произвольна. Далее, плавно повышая напряжение питания, контролируют потребляемый ток. При напряжении около 25 В ток скачком увеличивается от 0 до 25 мА — это начали работать кварцевый генератор и преобразователь напряжения, спустя примерно 0,5 с ток увеличивается до 50 мА — прогрелись катоды индикаторов, индикаторы начали светиться. Если ток повышается плавно лишь при увеличении напряжения свыше 26...27 В (открываются стабилитроны), а индикаторы не светятся, следует проверить подачу напряжения на микросхемы, наличие переменного напряжения на выходе K DD1, коллекторе VT1, на обмотках T1.

Если индикаторы засветились, проверяют правильность работы счетчика часов, для чего многократно нажимают и отпускают кнопку SB1. Работу счетчика минут проверяют, отсоединив вход C DD3 от выхода M DD1 и подключив его к выходу S той же микросхемы.

Убедившись в нормальной работе часов, подбирают сопротивление резистора R7. Для этого к часам подключают свежезаряженный аккумулятор по схеме рис. 12, часы включают в сеть (конечно, сняв перемычку с C6 и C7) и измеряют напряжение на диоде VD8. Оно должно быть запирающим по отношению к диоду и составлять 0,1...1 В. Сопротивление резистора R7 в килоомах выбирают в 30 раз больше измеренного напряжения в вольтах. В часах вполне возможно применение аккумулятора на меньшее напряжение, например из пяти элементов от той же батареи 7Д-0,1. Такая «укороченная» батарея умещается над стабилитронами VD4, VD6, VD7, что существенно уменьшает габариты часов.

Сопротивление резистора R7 составляет в этом случае около 75 кОм.

Вместо микросхем К168КТ2В можно использовать К168КТ2Б, К190КТ2, К190КТ1.

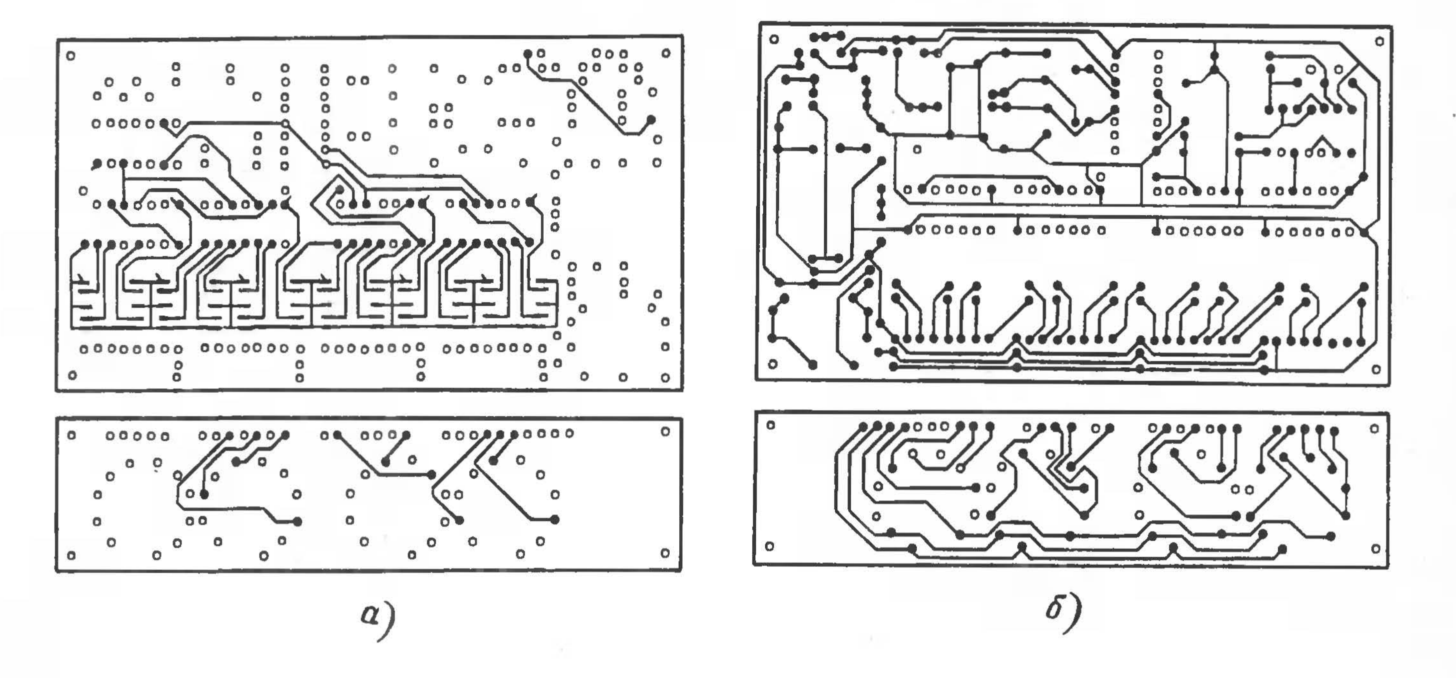


Рис. 13. Печатные платы часов:
а — со стороны установки элементов; *б* — с противоположной стороны

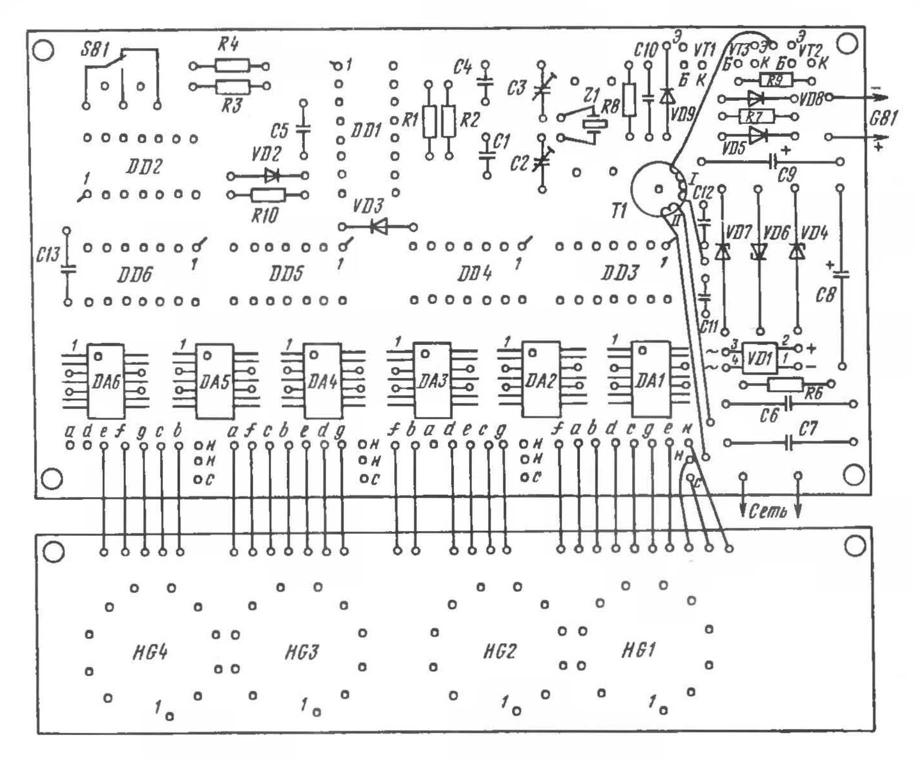


Рис. 14. Расстановка элементов на печатных платах

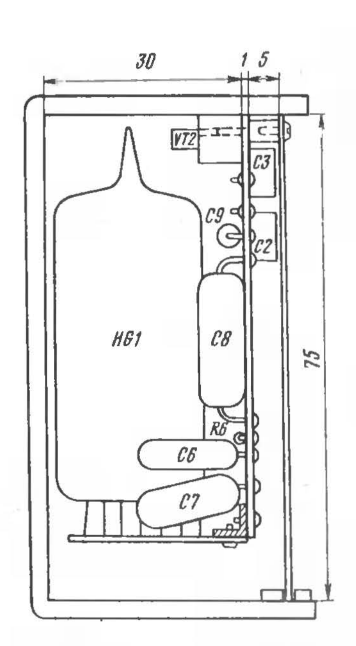


Рис. 15. Конструкция часов

В преобразователе напряжения возможо применение транзисторов серий КТ361, КТ313, КТ3107, КТ3108 (VT1, VT2), КТ315, КТ3102, КТ3117 (VT3) и других соответствующей структуры, допускающих напряжение коллектор — эмиттер не менее 30 В. Для транзистора VT1 $h_{21э}$ должен иметь значение не менее 100.

В качестве индикаторов HG1— HG4 можно использовать любые люминесцентные индикаторы. Вторичную обмотку трансформатора T1 следует пересчитать в соответствии с напряжением накала применяемых индикаторов. Гибкие выводы индикаторов могут быть впаяны непосредственно в специально предназначенные для этого контактные площадки основной печатной платы.

Поскольку при применении индикаторов других типов изменяется потребляемый часами ток, для обеспечения тока через стабилитроны VD6, VD7 в диапазоне 10...15 мА емкость конденсаторов C6 и C7 следует подбирать при номинальном напряжении сети и включенных индикаторах.

Хорошо отрегулированные часы обеспечивают точность хода не хуже 2 с в месяц.

БУДИЛЬНИКИ В ЧАСАХ НА МИКРОСХЕМАХ СЕРИИ К176

Радиолюбители, собрав любую свою конструкцию, стремятся ее непрерывно совершенствовать. Так, собрав электронные часы, конструктор, как правило, хочет встроить в них будильник. Если в часах использовать газоразрядные индикаторы (см. рис. 1), схема будильника получится достаточно простой (рис. 16). Переключатели SA1— SA4 подключают входы элемента ИЛИ (DD17.1, DD17.2) к соответствующим катодам индикаторов, подключенным к выходам микросхем-дешифраторов К155ИД1 DD13— DD16 (см. рис. 1). Пока показания часов не совпадут с временем, набранным переключателями, на одном или нескольких входах элемента DD17.1 присутствует лог. 1, которая поступает на входы 2 и 4 элемента DD17.3 и выключает транзистор VT14.

При совпадении показаний часов и времени, набранным переключателями, на всех входах элемента DD17.1 появляется лог.0, на выходе элемента DD17.2 также формируется лог. 0, который разрешает прохождение импульсов с вывода 12 микросхемы DD3 часов. Эти импульсы имеют частоту от 1 до 2 кГц (в зависимости от частоты кварцевого резонатора). Сигналы с вывода 14 микросхемы DD6 имеют частоту 1...2 Гц и, поступая на вход 5 элемента DD17.3, прерывают сигналы частоты 1...2 кГц. В результате на выходе элемента DD17.3 появляются пачки импульсов, усиливаясь транзистором VT14, они поступают на излучатель звука HA1, в качестве которого может быть использован любой низкоомный или высокоомный телефон или динамическая головка, включенная через выходной трансформатор от любого транзисторного радиовещательного приемника.

Время звучания сигнала составляет 1 мин, сигнал может быть выключен переводом переключателя SA4 в положение «Выкл.»

Если же часы собраны с использованием вакуумных люминесцентных индикаторов (см. рис. 2 или 12), необходимо предусмотреть преобразование кода семисегментных индикаторов в позиционный код для подачи на переключатели. Ниже описаны варианты таких преобразователей.

Наиболее прост преобразователь кода для цифры десятков часов (рис. 17), требующий всего один логический элемент ИЛИ-НЕ. Для получения преобразователя кода цифры десятков минут необходима микросхема К176ИД1 (рис. 18), а для цифр единиц минут и единиц часов — К176ИД1 и три элемента И-НЕ из микросхемы

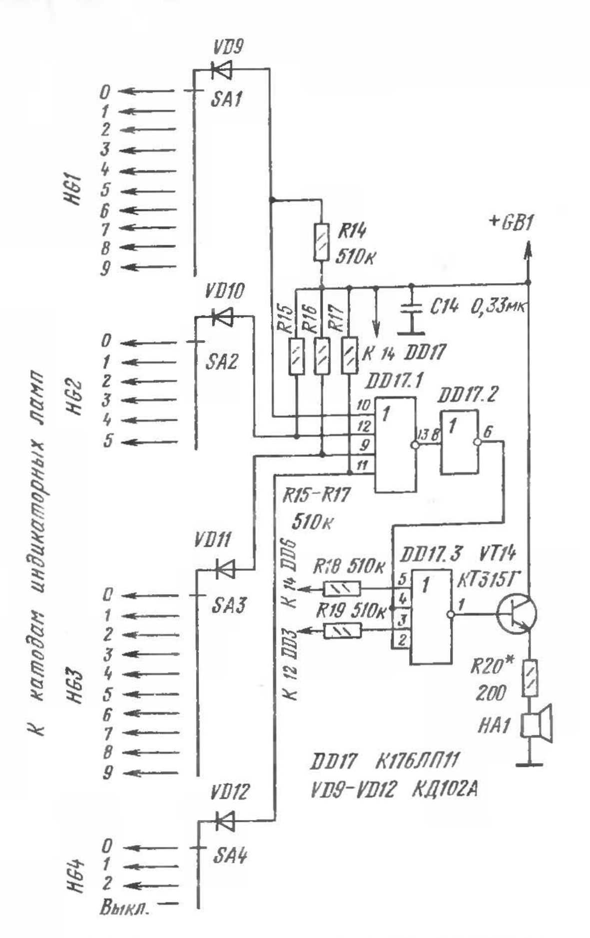


Рис. 16. Будильник для часов с газоразрядными индикаторами



Рис. 17. Преобразователь кода десятков часов

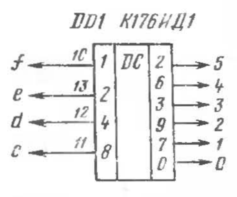


Рис. 18. Преобразователь кодв десятков минут

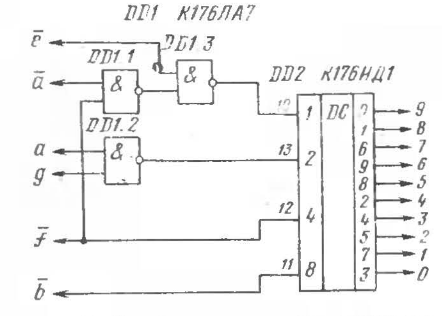


Рис. 19. Преобразователь кода единиц минут и часов

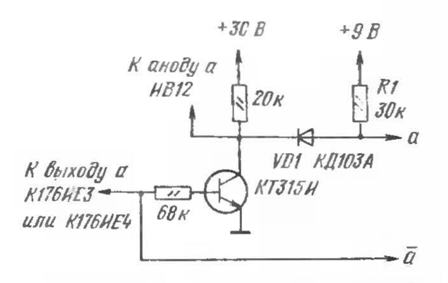


Рис. 20. Подключение преобразователей к ключам на n-p-n транзисторах

К176ЛА7 (рис. 19). Следует отметить, что порядок подключения выходов дешифраторов К176ИД1 к переключателям не соответствует обычному.

Буквы у входов преобразователей означают выходы часов, к которым их нужно подключить. Буквам без черты соответствуют выходы, на которых присутствуют лог. 1 при зажигании соответствующих сегментов, буквам с чертой — выходы, на которых в этом случае лог. 0. При установке будильника в часы по схеме рис. 2 входы, помеченные буквами без черты, следует подключить к выходам микросхем К176ИЕ3 и К176ИЕ4 непосредственно, входы с чертой — через инверторы.

Если индикаторы подключают к выходам микросхем через ключи на транзисторах n-p-n (см. рис. 5, *а*), сигналы с этих ключей следует снимать, как показано на рис. 20. Если ключи собраны на p-n-p транзисторах, сигналы на преобразователи снимают в соответствии с рис. 21. Таким же способом можно воспользоваться, если ключи используют МОП-транзисторы сборок К168КТ2В, К190КТ1, К190КТ2, как это сделано в часах по схеме рис. 12.

При отсутствии микросхем К176ИД1 можно использовать микросхемы К155ИД1, включаемые через эмиттерные повторители на p-n-p транзисторах любого типа. Схема преобразователя кода для цифры десятков часов в этом случае изменяется (рис. 22). Подключенные указанным образом дешифраторы К155ИД1 можно также использовать для подсоединения дополнительных выносных газоразрядных индикаторов.

Схема включения звукового сигнала для часов с использованием в преобразователе микросхем К176ИД1 приведена на рис. 23, для К155ИД1 — на рис 24.

При совпадении показаний часов с временем, набранным на переключателях, включается элемент DD1.1, который разрешает генерацию звукового сигнала в генераторе DD1.2, DD2.2, DD2.3. Генерация прерывается с частотой 1 Гц, снимаемой с микросхемы К176ИЕ5 часов. Выключателем SA1 можно отключать сигнал. В качестве излучателя НА1 можно использовать любой низкоомный или высокоомный телефон, в том числе и малогабаритный от слухового аппарата, или динамическую головку, включаемую через выходной трансформатор. Диоды VD1 — VD4 в схеме рис. 24 необходимы для защиты микросхемы DD1 от высокого напряжения на катодах газоразрядных индикаторов; если индикаторов нет, диоды не нужны.

При отсутствии микросхем дешифраторов для получения позиционных кодов в состав часов можно включить счетчики, считающие синхронно с основными счетчиками и имеющие на выходах позиционный код. Схема подключения такого счетчика (микросхемы К176ИЕ8) к счетчикам единиц минут и единиц часов приведена на рис. 25. Входы С и R следует подключить к одноименным входам микросхем К176ИЕ4. Схема подключения к счетчику десятков минут приведена на рис. 26. Микросхему К176ИЕ8 можно заменить на К176ИЕ2 и К176ИД1 (рис. 27). Для получения позиционного кода десятков часов следует использовать схему рис. 17.

Во всех описанных вариантах будильников максимальное время звучания сигнала составляет 1 мин. На рис. 28 приведена полная схема будильника для часов по схеме рис. 2, в которой сигнал звучит до тех пор, пока его не выключат. При выключенном будильнике через переключатель SA7 (кнопка П2К с самофиксацией) подается напряжение +9 В на вывод 6 DD21.4 и с выхода этого элемента сигнал лог. 0 запрещает прохождение каких-либо сигналов через DD27.2. При нажатии кнопки SA7 состояние триггера DD21.3, DD21.4 не меняется. Однако при совпадении показания часов с набранными переключателями SA3 — SA6 на всех входах элемента DD27.1 появляются

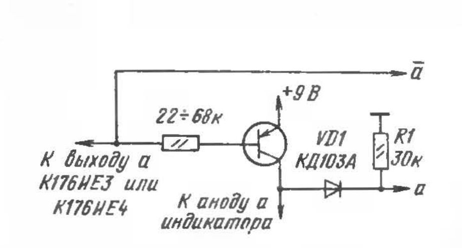


Рис. 21. Подключение преобразователей к ключам на p-n-p транзисторах

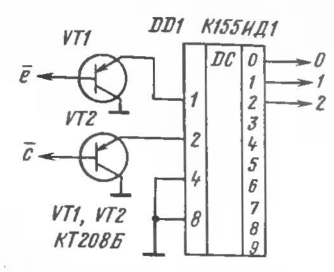


Рис. 22. Преобразователь кода десятков часов на микросхеме К155ИД1

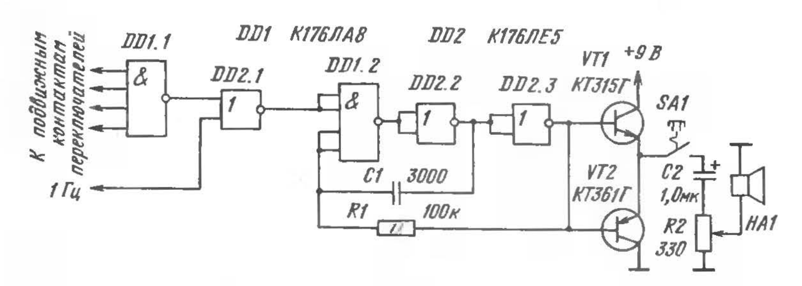


Рис. 23. Подключение звукового сигнала к преобразователям на микросхемах К176ИД1

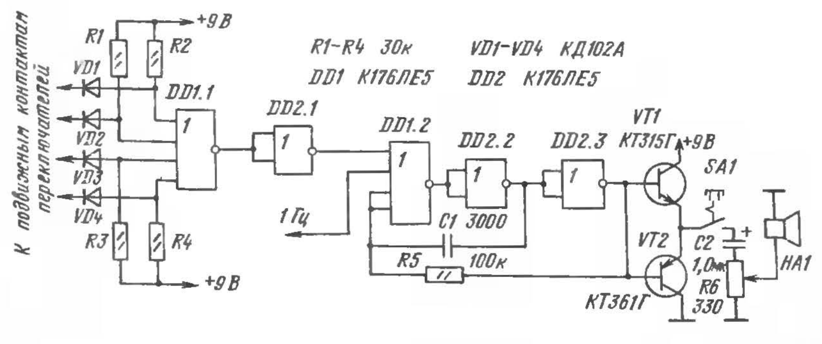


Рис. 24. Подключение звукового сигнала к преобразователям на микросхемах К155ИД1

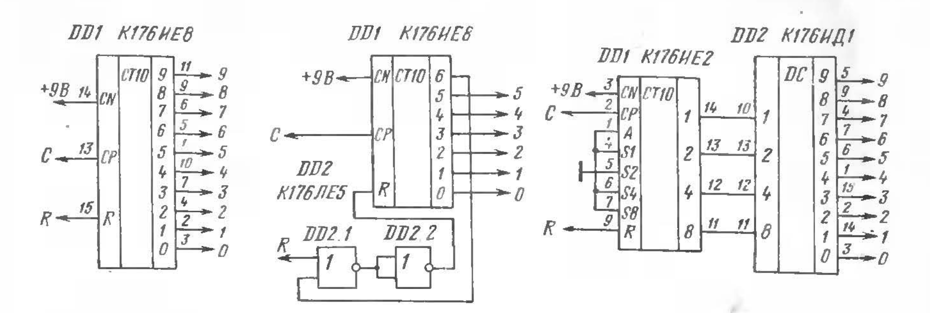


Рис. 25. Получение позиционного кода при помощи дополнительного счетчика К176ИЕ8

Рис. 26. Получение кода десятков минут при помощи счетчика

Рис. 27. Получение кода при помощи счетчика и дешифратора

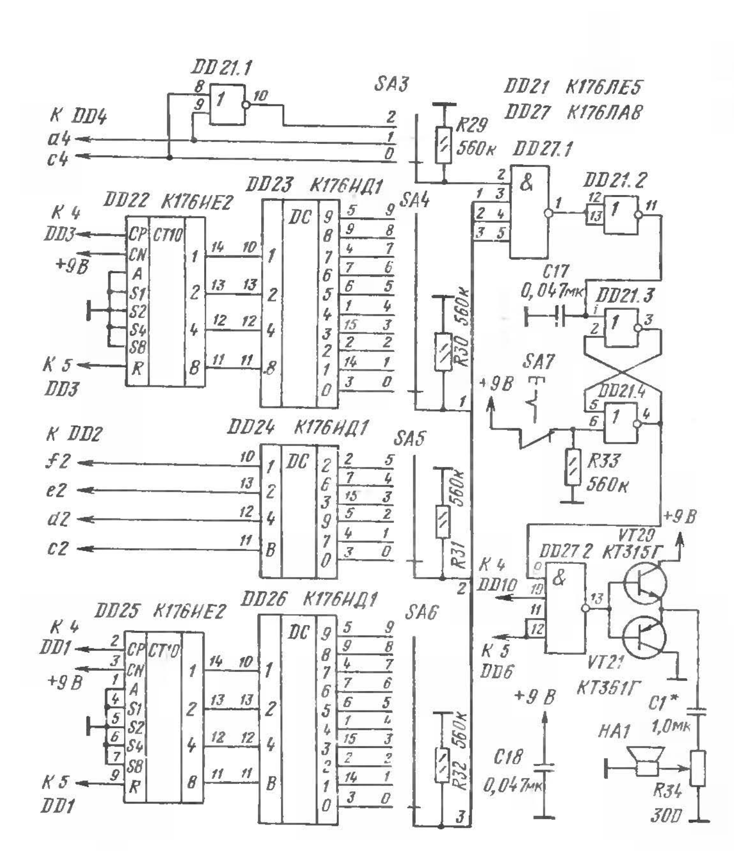


Рис. 28. Полная схема будильника

сигналы лог. 1, элемент И включается, лог. 1 с выхода DD21.2 переключает триггер DD21.3, DD21.4 в другое состояние. Сигнал лог. 1 с выхода DD21.4, поступая на вывод 9 элемента DD27.2, разрешает прохождение через него сигнала с частотой 1024 Гц с вывода 4 DD10 (рис. 9).

Сигнал 1024 Гц прерывается с частотой 1 Гц сигналом, поступающим с вывода 5 DD6. Прерывистый сигнал через усилитель на транзисторах VT20 и VT21 поступает на головку HA1. Резистором R34 можно регулировать громкость сигнала, его максимальный уровень можно установить подбором емкости конденсатора C18.

ЭЛЕКТРОННЫЕ БУДИЛЬНИКИ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МИКРОСХЕМАХ СЕРИИ К176

Используя три специализированные микросхемы серии К176 (К176ИЕ18, К176ИЕ13 и К176ИД2), можно собрать электронные часы с будильником. Рассмотрим две практические конструкции электронных часов на указанных микросхемах. Первая — это «карманный» будильник, его схема приведена на рис. 29. Задающий генератор собран на микросхеме DD1 и кварцевом резонаторе Z1 на частоту 32 768 Гц. В этой же микросхеме происходит деление частоты импульсов до 2 Гц (выход S2), до одного импульса в минуту (выход М), формирование сдвинутых относительно друг друга импульсов с частотой 128 Гц (выходы T1-T4) и импульсов с частотой 1024 Гц (выход F) для обеспечения динамической индикации и управления микросхемой К176ИЕ13, а также формирователь звукового сигнала с выходом HS.

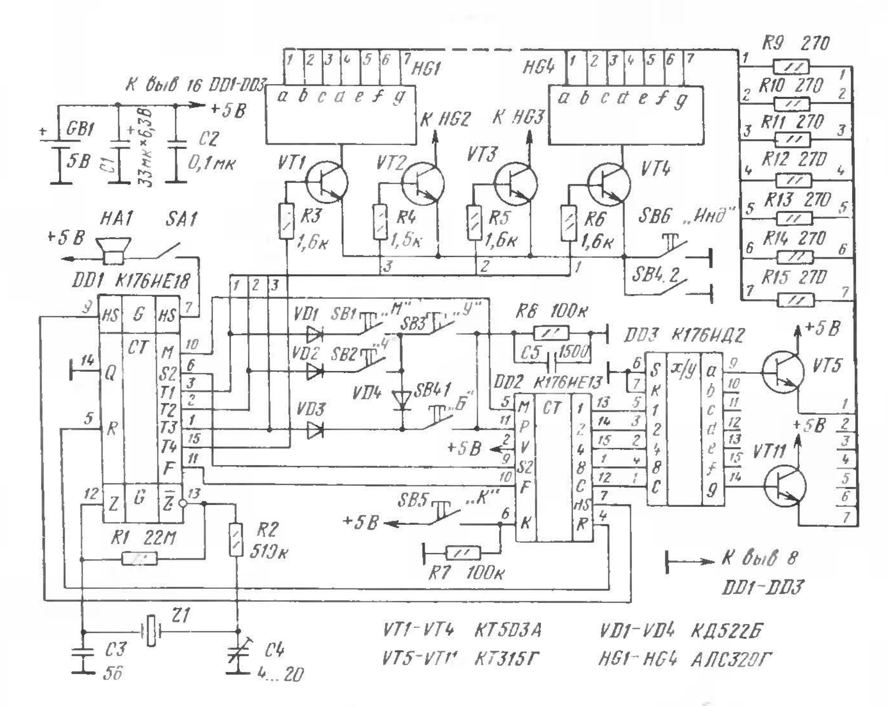


Рис. 29. Схема карманного будильника

Подача импульсов с частотой 2,1024 Гц и один импульс в минуту производится с выходов S2, F и M микросхемы DD1 на аналогичные входы микросхемы DD2, импульсов с выходов T1— T3— на вход управления P микросхемы DD2 через кнопки SB1— SB4 и диоды VD1— VD4. Выходные сигналы микросхемы DD2— это коды индицируемых цифр 1-2-4-8 и тактовые импульсы C, они подаются на входы микросхемы DD3. Выходные сигналы микросхемы DD3 подаются через эмиттерные повторители VT5— VT11 и ограничительные резисторы R9-- R15 на соедииеные между собой аиоды четырех индикаторов HG1— HG4. На катоды индикаторов через ключевые транзисторы VT1— VT4 подаются импульсы с выходов T1— T4 микросхемы DD1. Эмиттеры ключевых транзисторов подключают к общему проводу через контакты кнопок SB6 или SB4.2. Такое подключение индикаторов обеспечивает динамическую индикацию часов и минут. Частота коммутации составляет 128 Гц, поэтому мелькание знаков не наблюдается.

Для индикации текущего времени индикаторы включают иажатием кнопки SB6, для индикации времени срабатывания будильника — кнопки SB4.

При подаче питания на часы в счетчик часов и минут и в регистр памяти микросхемы DD2 автоматически записываются нули. Для введения в счетчик миинут начального показания нажимают кнопки SB3 и SB1. При этом показания счетчика начинают изменяться с частотой 2 Гц от 00 до 59 и далее снова 00, в момент перехода от 59 до 00 показания счетчика часов увеличиваются на 1. Показания счетчика часов также изменяются с частотой 2 Гц от 00 до 23 и снова 00, если нажимать кнопки SB3 и SB2. При нажатии кнопки SB4 на индикаторах появляется время включения сигнала будильиика. При одновремеином иажатии кнопок SB1 и SB4 показание разрядов минут времени включения будильника изменяется от 00 до 59 и снова 00, однако переноса в разряды часов не происходит. При иажатии кнопок SB2 и SB4 изменяется показание разрядов часов времени включения будильника, при переходе из состояния 23 в 00 происходит сброс показаний разрядов минут. Можно нажать сразу три кнопки, в этом случае изменятся показания как разрядов миiут, так и часов.

Кнопка SB5 служит для пуска часов и коррекции хода в процессе эксплуатации. Если нажать кнопку SB5 и отпустить ее спустя 1 с после шестого сигнала поверки времени, установится правильное показание счетчика минут. После этого можно установить показания счетчика часов, нажав на кнопки SB3 и SB2, при этом ход счетчика минут не нарушается. Если показания счетчика минут находится в пределах 00—39, показания счетчика часов при нажатии и отпускании кнопки SB5 не изменяются. Если же показания счетчика минут находятся в интервале 40—59, после отпускаиия кнопки SB5 показание счетчика часов увеличивается на 1. Таким образом, для коррекции хода часов независимо от того, опаздывали часы или спешили, достаточно нажать кнопку SB5 и отпустить ее спустя 1 с после шестого сигнала поверки времеии.

Если показания часов и время включения сигнала будильника не совпадают, на выходе HS микросхемы DD2 присутствует лог. 0. При совпадении показаний на выходе HS появляются импульсы положительной полярности с частотой 128 Гц и длительностью 488 мкс (скважность 16). Первый же импульс, поступив на вход HS микросхемы DD1, запускает генератор звукового сигнала микросхемы DD1, в результате чего на ее выходе появляются пачки импульсов отрицательной полярности. Частота импульсов в пачках 2048 Гц, скважность 2. Длительность пачек 0,5 с, период повторения 1 с. Сигнал присутствует на выходе HS микросхемы до окончания очередного минутного импульса. Выключателем SA1 сигнал будильника можно отключить.

Питание часов осуществляется от батареи 4РЦ53 емкостью 0,25 А·ч, батареи хватает более чем на год работы.

Часы собирают на двух печатных платах, габаритные размеры первой из них — 85×55 мм, на ней закрепляют почти все детали (рис. 30). Индикаторы HG1—HG4 и резисторы R9—R15 устанавливают на второй плате с габаритными размерами 85×25 мм (рис. 31). Платы соединяют между собой втулками высотой 8 мм и помещают в корпус из органического стекла толщиной 3 мм. Переднюю стенку корпуса изготовляют из прозрачиого темно-зеленого, остальные — из непрозрачного красного. Габаритные размеры корпуса 92×62×22 мм.

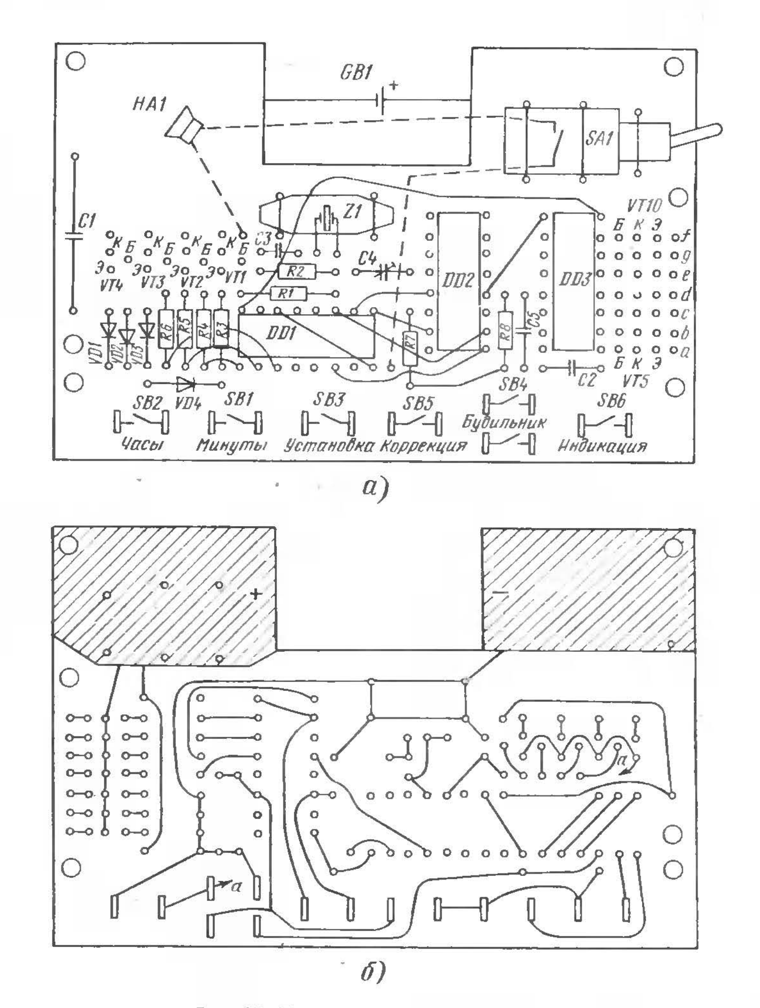


Рис. 30. Печатная плата будильника:
а — со стороны установки микросхем; *б* — с противоположной стороны

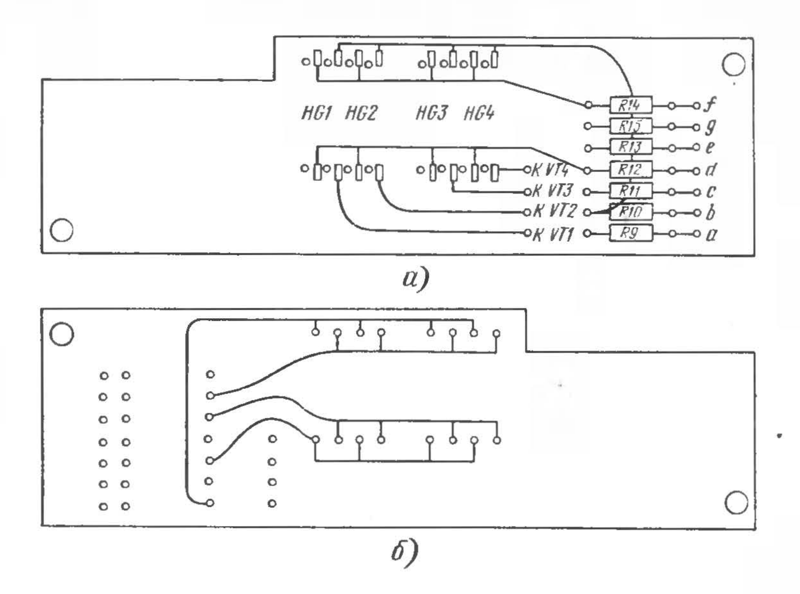


Рис. 31. Плата индикаторов:
а — со стороны их установки; *б* — с противоположной стороны

В часах используют резисторы МЛТ-0,125 и КИМ-0,125 (R1), конденсаторы К52-1 (С1), КМ-5 (С2, С3), КТ4-25б (С4). Кварцевый резонатор Z1 типа РВ-72 от наручных часов закрепляют двумя хомутиками из проволоки 0,5 мм, для чего предусматривают соответствующие контактные площадки. В качестве кнопок SB1— SB6 используют микропереключатели МП7, у которых срезают вывод нормально замкнутого контакта. Два оставшихся контакта впаивают в прямоугольные отверстия печатной платы. Собственно кнопками для SB1, SB2, SB4, SB6 служат металлостеклянные корпуса диаметром 5 мм от неисправных транзисторов. К основаниям корпусов подклеивают кусочки органического стекла такой толщины, что ненажатые кнопки можо установить вровень с поверхностью корпуса. Это исключает случайное нажатие на кнопки и разряд батареи. Микропереключатели SB3 и SB5 кнопок не имеют, нажатие на них осуществляется отрезком проволоки через отверстия напротив их штоков, что исключает случайный сбой показаний часов. В качестве излучателя НА1 используют малогабаритный телефон ТМ-2, для отключения звукового сигнала устанавливают тумблер SA1 типа П1Т3-1В.

Транзисторы VT1— VT4 должны иметь коэффициент передачи тока не менее 50, можно использовать транзисторы КТ503 с любым буквенным индексом, КТ3102 в пластмассовом корпусе (например, КТ3102АМ), транзисторы VT5— VT11— КТ315 с любым буквенным индексом. Микросхему К176ИД2 можно заменить на К176ИД3 без изменения схемы, индикаторы АЛС320Г красного свечения — на АЛС320Б,В зеленого свечения или АЛС320Д,Е — желтого.

Налаживание правильно собранных часов сводится лишь к правильной установке частоты кварцевого генератора, для чего удобно использовать цифровой частотомер в режиме измерения периода при частоте заполнения 10 МГц. Измеряют период импульсов на выходе S2 микросхемы DD1 и устанавливают его регулировкой подстроечного конденсатора С4 равным 0,5 с, при необходимости подбирают С3. Часы можно настроить и без частотомера, определяя знак подстройки по сигналам точного времени, но на это потребуется значительно больше времени.

На том же комплекте микросхем можно собрать часы-будильник с питанием от сети, их схема приведена на рис. 32. Часы отличаются от описанных выше лишь сетевым источником питания и индикатором. Источник питания аналогичен источнику питания часов по схеме рис. 12.

Трансформатор Т1 наматывают на кольцевом магнитопроводе из феррита 600НН типоразмера К10×6×5. Первичная обмотка содержит 120 витков провода ПЭЛШО-0,1, вторичная — 36 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,25 мм для индикатора ИВЛ1-7/5 или 44 витка того же провода в случае установки четырех индикаторов ИВ-11, нити накала которых соединены последовательно. Вторичная обмотка имеет отвод от середины.

Отпечаток с фотошаблона, по которому были изготовлены печатные платы часов, приведен на рис. 33. На рис. 33, *а* показана сторона установки элементов, на рис. 33, *б* — противоположная сторона. На рис. 34 приведено расположение элементов на платах. С индикатором ИВЛ1-7/5 используют одну плату с габаритными размерами 70×130 мм, предварительно загнутые выводы индикатора впаивают в отверстия этой платы со стороны, противоположной стороне установки элементов, в результате чего получают плоскую конструкцию.

Индикаторы ИВ-11 впаивают в отверстия печатной платы габаритными размерами 27,5×130 мм, платы соединяют между собой гибкими перемычками.

Аккумулятор GB1 в этом случае может быть установлен рядом с индикатором единиц минут. В часах использованы резисторы МЛТ-0,125 и КИМ-0,125 (R1), конденсаторы К73-17 (С12, С13), К52-1 (С9), К50-29 (С8), КМ-6 (С6, С7, С10, С11), КМ-5 (С2, С4, С5), КТ4-25б (С1, С3). Кварцевый резонатор Z1 закрепляют двумя хомутиками из проволоки 0,5 мм, для чего предусматривают соответствующие контактные площадки. В качестве кнопок SB2— SB6 используют микропереключатели МП7, у которых срезают вывод нормально замкнутого контакта. Два оставшихся контакта впаивают в прямоугольные отверстия печатной платы. Тумблер SA1 типа П1Т3-1В закрепляют тремя проволочными хомутиками, на ручку переключателя одевают изолирующий колпачок. Излучатель НА1— малогабаритный телефон ТМ-2, его приклеивают к плате клеем ПС. Трансформатор Т1 закрепляют хомутиком или винтом М2. Резистор R20 устанавливают в сетевой вилке.

Налаживание правильно собранных часов несложно. Первое включение и отладку производят, пользуясь вместо сети регулируемым источником постоянного тока на напряжение 45...50 В и не устанавливая аккумулятор GB1. При этом С12 следует замкнуть перемычкой.

Убедившись в нормальной работе часов и будильника, подбирают сопротивление резистора R22. Для этого к часам подключают свежезаряженный аккумулятор, не впаивая R22, часы включают в сеть (конечно, сняв перемычку с С12 и С13) и измеряют напряжение на диоде VD11. Оно должно быть запирающим по отношению к диоду и составлять 0,1...2 В. Сопротивление резистора R22 в килоомах выбирают в 30 раз больше измеренного напряжения в вольтах. Настройку частоты кварцевого генератора производят так же, как и в часах по схеме рис. 29.

Рис. 32. Часы-будильник с питанием от сети

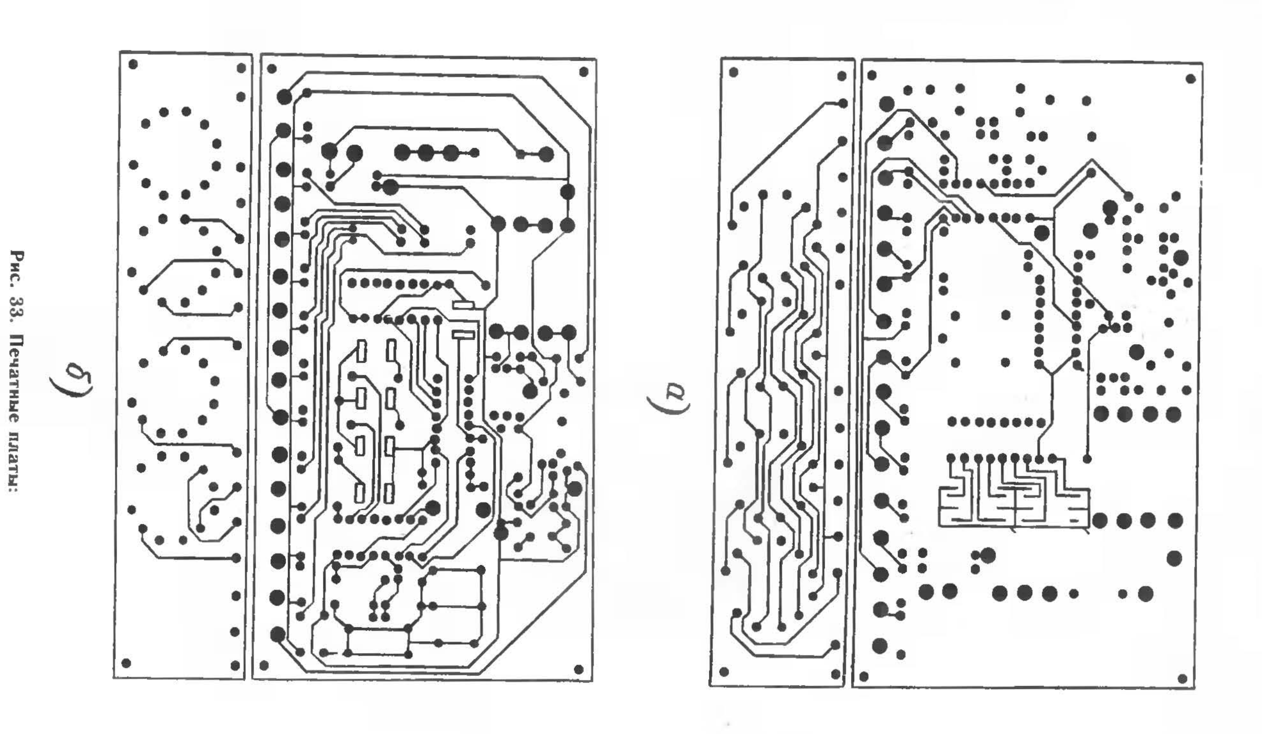


Рис. 33. Печатные платы:
а—со стороны установки элементов; б—с противоположной стороны

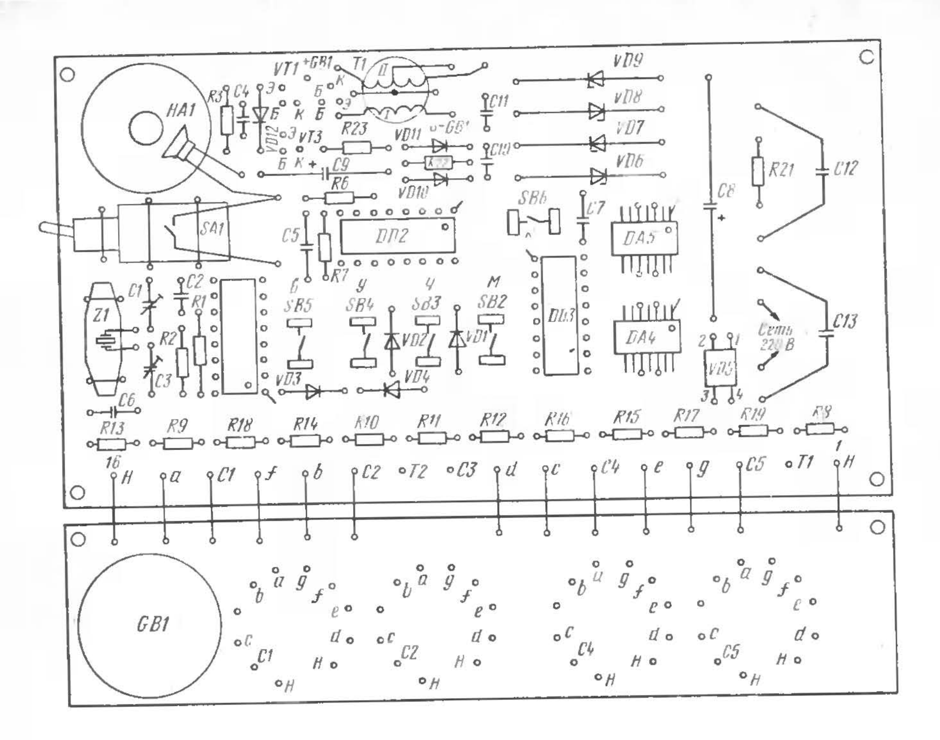


Рис. 34. Расстановка элементов часов-будильника

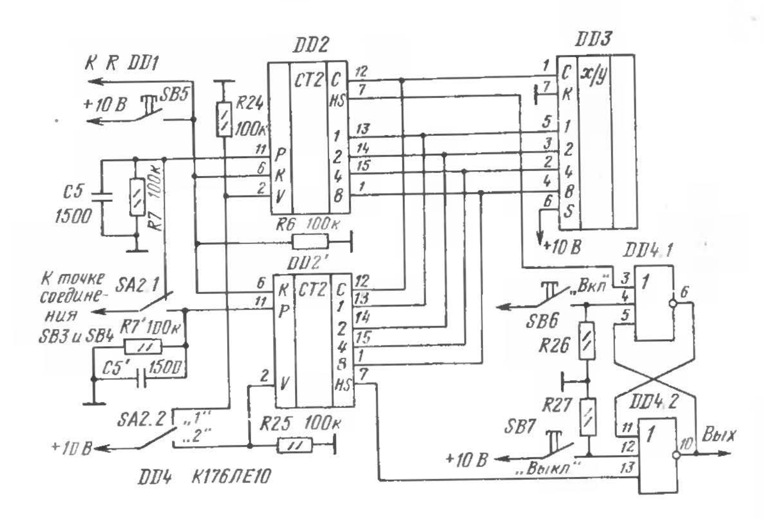


Рис. 35. Часы с двумя будильниками

Микросхемы К168КТ2В можно исключить, если микросхему К176ИД2 заменить на К176ИД3. В этом случае вывод 6 микросхемы К176ИД3 соединяют с общим проводом, отсоединив его от цепи +10 В.

Установив в часы дополнительную микросхему К176ИЕ13, а также К176ЛЕ10, можно построить часы с двумя вариантами показаний (например, MSK и GMT) и двумя будильниками, один из которых можно использовать для включения какого-либо устройства, другой — для выключения (рис. 35).

Одноименные входы микросхем К176ИЕ13 соединяют между собой и с другими элементами по схеме часов (рис. 32), за исключением входов P и V. В верхнем по схеме положении переключателя SA2 сигналы установки от кнопок SB1— SB4 могут поступать на вход P DD2, в нижнем — на DD2'. Подачей сигналов на микросхему DD3 управляют переключателем SA2.2. В верхнем положении переключателя SA2 лог. 1 поступает на вход V микросхемы DD2 и на входы DD3 проходят сигналы с выходов DD2. В нижнем положении переключателя SA2 лог. 1 на входе V DD2' разрешает передачу сигналов с ее выходов.

В результате при верхнем положении SA2 можно управлять первыми часами и будильником и индицировать их состояние, в нижнем — вторыми.

Срабатывание первого будильника включает триггер DD4.1, DD4.2, на выходе DD4.2 появляется лог. 1, которую можно использовать для включения какого-либо устройства, срабатывание второго будильника выключает это устройство. Кнопки SB6 и SB7 также можно использовать для его включения и выключения.

При использовании двух микросхем К176ИЕ13 сигнал сброса на вход R микросхемы DD1 следует взять непосредственно с кнопки SB5 «Корр.» В этом случае коррекция показаний происходит, как и при показанном на рис. 32 соединении, но блокировки кнопки SB5 при нажатии кнопки SB4, существующей в стандартном варианте, не происходит. При одновременном нажатии кнопок SB4 и SB5 в часах по схеме рис. 35 происходит сбой показаний, но не хода часов. Правильные показания восстанавливаются после повторного нажатия на SB5 при отпущенной SB4.

ЧАСЫ-БУДИЛЬНИК НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ БИС

Используя специализированную большую интегральную микросхему КА1016ХЛ1, можно собрать часы с будильником, работающие от сети. Схема таких часов приведена на рис. 36.

Микросхема DD1 обеспечивает выходные сигналы непосредственно для управления индикатором HG1 типа ИВЛ1-7/5.

Для питания микросхемы необходимо напряжение —15 В, для индикатора — постоянное напряжение —40 В и переменное 5 В. Указанные напряжения обеспечиваются бестрансформаторным блоком питания, аналогичным блокам питания ранее описанных часов.

Необходимое для питания микросхемы КА1016ХЛ1 напряжение —15 В получается из части напряжения цепочки стабилитронов VD2— VD5 при помощи стабилитронов VD8, VD9 и транзистора VT3. Такая схема подачи питания обеспечивает удобное включение в часы резервного источника питания — батарей GB1 и GB2. При питании от сети напряжение на коллекторе транзистора VT3 составляет около — 19,5 В, диод VD7 закрыт, через резистор R7 течет ток подзаряда аккумуляторов GB1 и GB2, при пропадании напряжения сети диод VD6 закрывается, диод VD7 открывается и

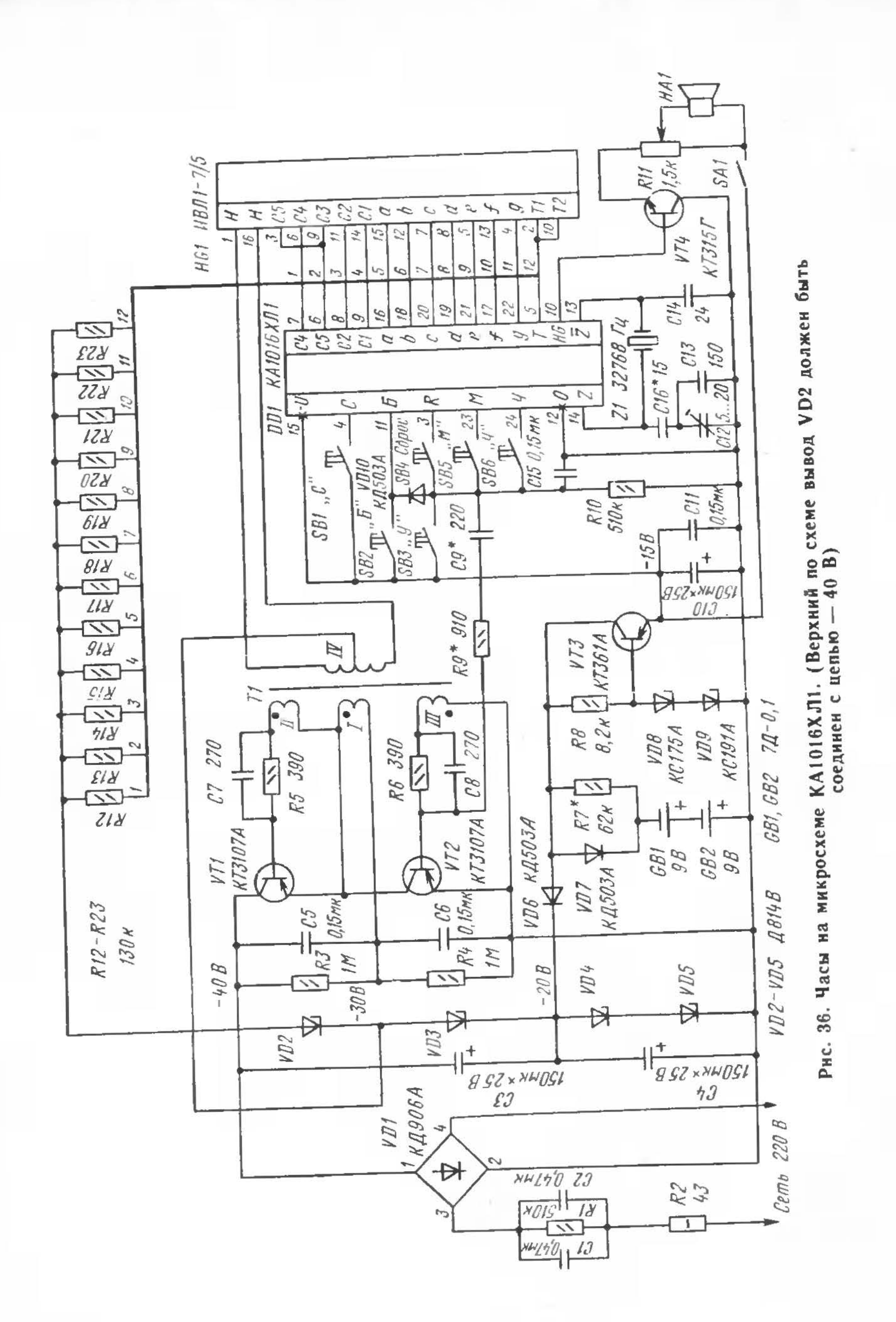


Рис. 36. Часы на микросхеме КА1016ХЛ1. (Верхний по схеме вывод VD2 должен быть соединен с цепью — 40 В)

микросхема DD1 получает питание от резервной батареи аккумуляторов, благодаря чему ход часов не нарушается, однако индикация отключается.

Цепь R9C9 служит для запуска преобразователя напряжения в случае, если он не запускается при включении напряжения питания.

В часах используют резисторы, конденсаторы, кнопки, выключатель, излучатель звука тех же типов, что и в описанных выше будильниках. Конденсаторы C1 и C2 типа К73-17 на рабочее напряжение 250 В, подстроечный резистор R11— типа СП3-19а. На ручку переключателя SA1 одевают изоляционный колпачок, исключающий поражение электрическим током при попадании на корпус переключателя напряжения сети и пробой микросхемы статическим электричеством.

Трансформатор T1 наматывают на кольцевом магнитопроводе из феррита 600НН типоразмера К10×6×5. Обмотка I содержит 80 витков провода ПЭЛШО-0,1, обмотки II и III— по 10 витков провода ПЭЛШО-0,27, обмотка IV— 22 витка того же провода с отводом от середины.

Транзистор VT3 — типа КТ361 с любым буквенным индексом или другой маломощный кремниевой структуры p-n-p, транзистор VT4—КТ315 с любой буквой или другой структуры n-p-n. Транзисторы VT1, VT2— типов КТ3107А, КТ3107Б, КТ3107И, КТ3108А-В, КТ313А,Б.

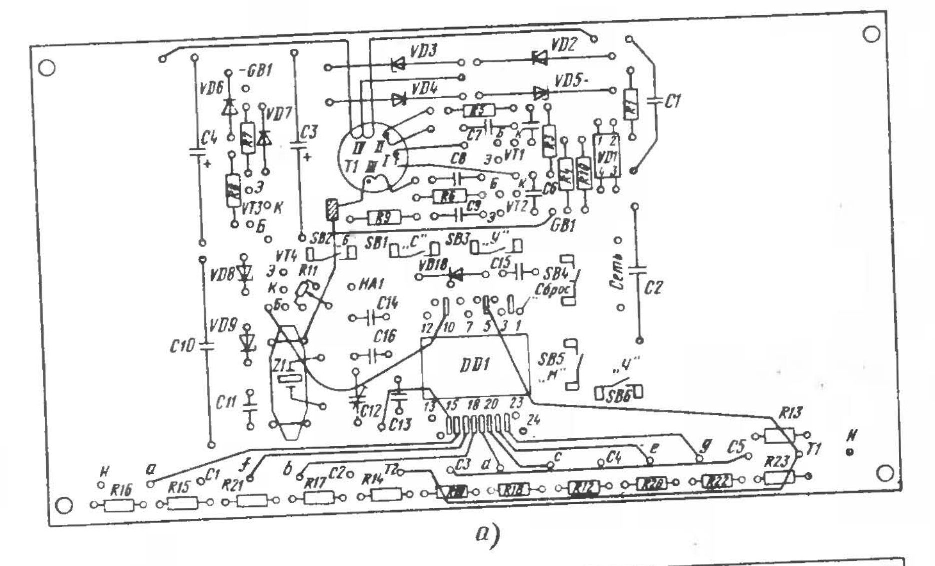
Детали часов размещают на печатной плате с габаритными размерами 130×70 мм. Расположение деталей и проводников на стороне установки деталей показано на рис. 37, *а*. На противоположной стороне, показанной на рис. 37, б, устанавливают индикатор. В результате управление часами осуществляется кнопками, выходящими на заднюю стенку корпуса часов. При установке на печатную плату выводы микросхемы DD1 следует сформовать в соответствии с расстановкой контактных площадок печатной платы. Резистор R2, служащий для ограничения броска тока в момент включения в сеть, расположен в сетевой вилке.

В часах можно использовать микросхему, кварцевый резонатор, постоянные резисторы из радиоконструктора «Электроника-1».

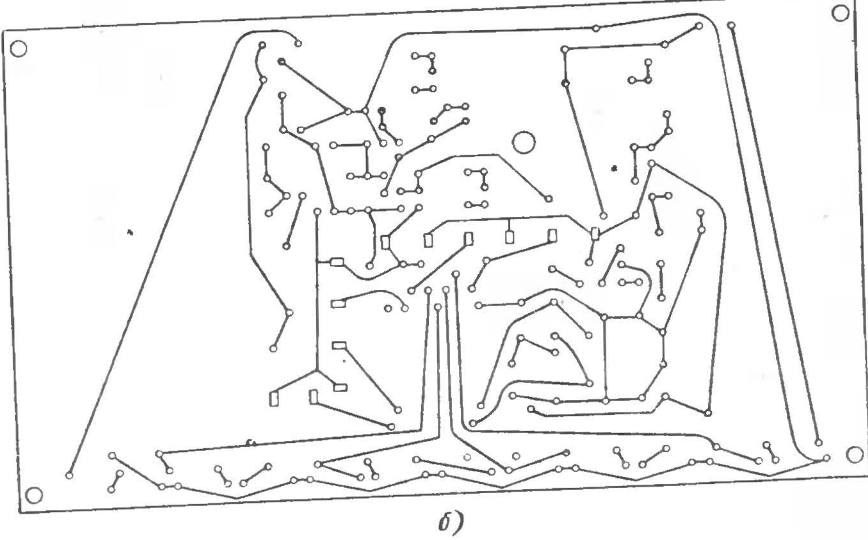
При первом включении и налаживании часы подключают не к сети, а к регулируемому источнику постоянного тока с максимальным напряжением 45...50 В (аккумуляторы и резистор R7 пока не включают). Установив минимальное напряжение источника и замкнув накоротко конденсаторы C1 и C2, подключают сетевую вилку к источнику (полярность включения произвольна). Плавно повышая напряжение питания, контролируют потребляемый ток. При значении тока, равном 40...45 мА, напряжение питания фиксируют и, если индикатор не начинает светиться, нажимают кнопку SB3 «Установка». При этом должен заработать преобразователь напряжения и засветиться индикатор HG1.

Если при нажатой кнопке SB3 «Установка» нажимают кнопку SB4 «Сброс», индикатор гаснет, после отпускания кнопки SB4 на индикаторе должны быть одни нули, разделенные мигающей точкой. Нажав кнопку SB3 «Установка» и одновременно с ней кнопку SB5 «Минуты» или SB6 «Часы», устанавливают необходимое текущее время. Кнопки SB5 и SB6 можно нажимать вместе. При переходе показания минут из 59 в 00 происходит увеличение показания часов на единицу. Из состояния 23 показания часов переходят в 00.

Если нажать на кнопку SB2 «Будильник», на индикаторе также появятся все нули— это время включения будильника. Его можно установить таким, какое нужно, нажав совместно с SB2 кнопки SB5 и (или) SB6. При наборе времени включения будильника



а)



б)

Рис. 37. Печатная плата:
а — со стороны установки элементов; *б* — с противоположной стороны

показания часов и минут могут достигать 99, это не является признаком неисправной работы. Если одновременно с кнопкой SB2 «Будильник» нажать и отпустить кнопку SB4 «Сброс», время включения будильника сбросится на 00 часов 00 минут, ход часов при этом не нарушится.

Для точного пуска часов нажимают кнопки SB3 «Установка» и SB4 «Сброс» и отпускают их по шестому сигналу поверки времени, после чего описанным выше способом устанавливают необходимые показания текущего времени и времени включения будильника.

Проверку работы будильника следует провести так: набирают время включения будильника на одну минуту больше текущего времени и ждут совпадения показания текущего времени с набранным временем. При этом должен включиться звуковой сигнал, который можно выключить нажатием на кнопку SB2 «Будильник». Звуковой сигнал можно также отключить тумблером SA1. Необходимую громкость сигнала устанавливают подстроечным резистором R11.

Убедившись в нормальной работе часов и будильника, подбирают резистор R7. Для этого устанавливают на место свежезаряженные аккумуляторы GB1 и GB2, включают часы в сеть (конечно, сняв предварительно перемычку с конденсатором С1 и С2), нажимают кнопки SB3 и SB4 и измеряют напряжение на диоде VD7. Оно должно быть закрывающей диод полярности и равно 1...2 В. Сопротивление резистора R7 (в килоомах) численно выбирают в 30 раз больше измеренного напряжения (в вольтах).

Устанавливая ротор конденсатора С12 в крайние положения, убеждаются, что в одном из них часы спешат, в другом — отстают. Если это не так, необходимо подобрать емкость конденсатора С16, после чего подобрать положение ротора конденсатора С12, соответствующее наиболее точному ходу часов.

При нажатии кнопки SB1 «Секунды» часы индицируют вместо часов и минут минуты и секунды текущего времени, при отпускании кнопки — переходят в исходный режим индикации часов и минут. Отметим, что описанные выше часы на микросхемах серии К176 и на микросхеме КА1016ХЛ1 при всех отпущенных кнопках индицируют текущее время в часах и минутах (для «карманного» будильника должа быть нажата кнопка SB4), в отличие от далее описываемых часов на микросхеме К145ИК1901.

Схема часов на микросхеме К145ИК1901 приведена на рис. 38. Микросхема DD2 обеспечивает все необходимые сигналы для управления индикатором HG1. Микросхемой управляют посредством десяти кнопок SB1—SB10.

Напряжения, необходимые для питания микросхемы и индикатора, обеспечиваются блоком питания, аналогичным соответствующему блоку описанных выше часов. Преобразователь напряжения для питания нити накала собран также по полумостовой схеме, но для обеспечения надежного самовозбуждения в него введены инверторы на элементе DD1.1 и транзисторе VT1. Кроме улучшения условий самовозбуждения, такое построение упрощает изготовление и подключение трансформатора. Частота работы преобразователя около 40 кГц.

Генератор звукового сигнала собран на двух инверторах — элементе DD1.3 и транзисторе VT5. Инвертор DD1.3 охвачен отрицательной обратной связью через резистор R12, выводящей его на линейный участок характеристики. При подаче с выхода элемента DD1.2 лог. 1 колебания генератора срываются, транзистор VT5 закрывается. Разрешающим сигналом является лог. 0 на выходе элемента DD1.2. Он возникает при

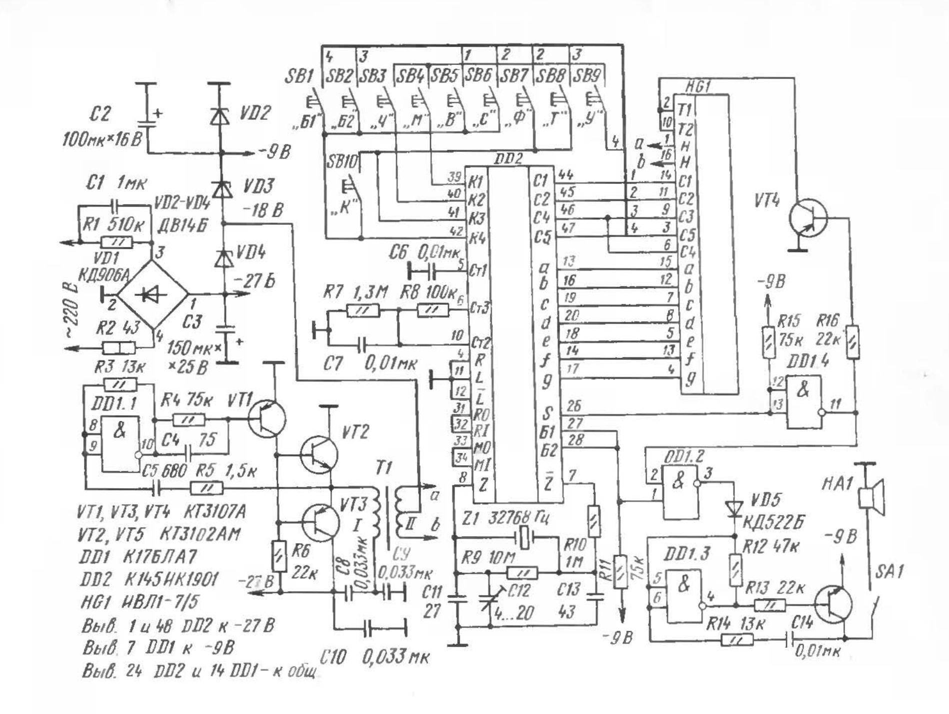


Рис. 38. Часы на микросхеме К145ИК1901

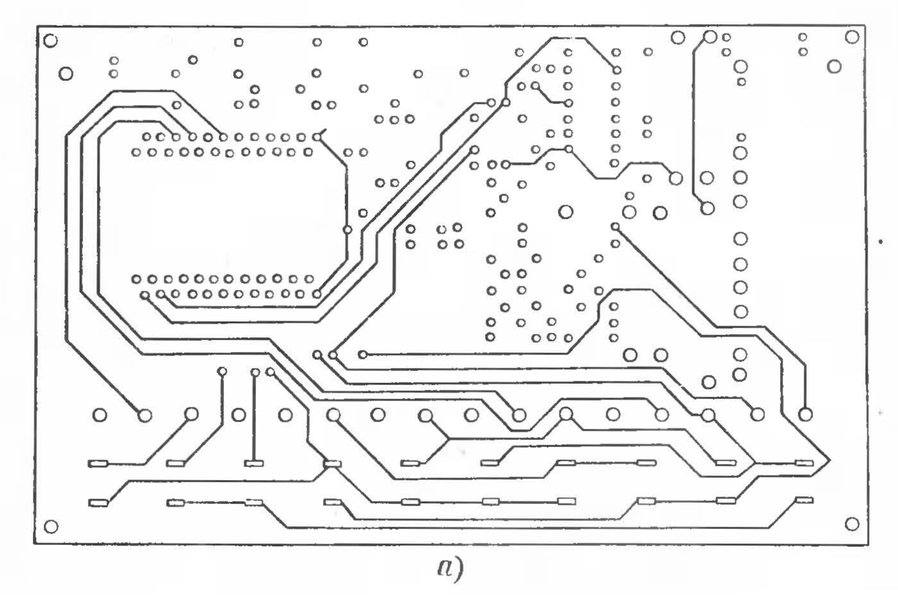
лог. 1 на одном из выходов Б1 и Б2 микросхемы DD2. Сигнал будильника прерывается импульсами с частотой 1 Гц, поступающими с выхода S микросхемы DD2. Те же импульсы через транзистор VT4 поступают на аноды разделительных точек индикатора и вызывают их мигание.

Отметим, что микросхема DD1 включена несколько необычно — вывод 14 соединен с общим проводом, на вывод 7 подано напряжение —9 В. Сигналом лог. 1 для нее служит напряжение 0 В, сигналом лог. 0— напряжение — 9 В.

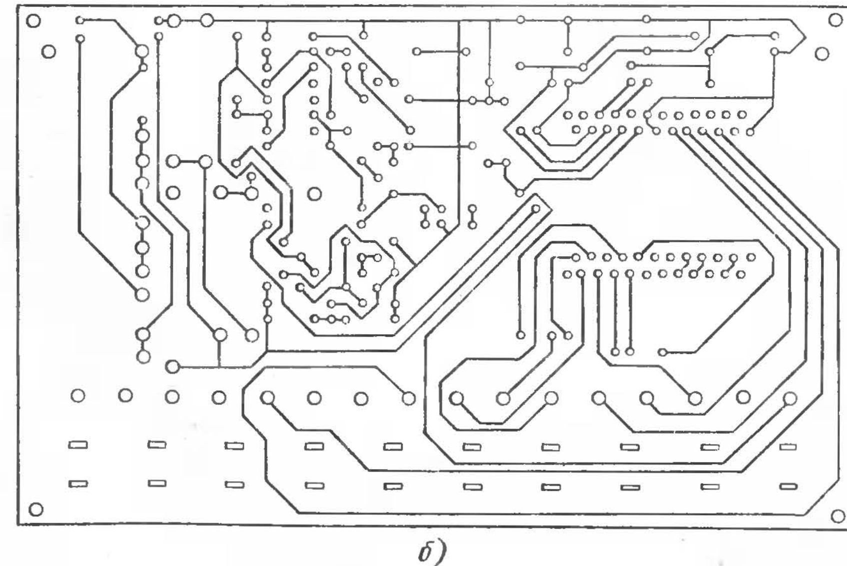
Все детали часов размещены на печатной плате с габаритными размерами 132,5×82,5 мм. На рис. 39, *а* приведено расположение проводников платы со стороны установки большинства элементов часов, на рис. 39, *б* — со стороны установки индикатора HG1 и кнопок SB1—SB10. Расположение деталей приведено на рис. 40.

В часах используют детали тех же типов, что и в предыдущей конструкции. Печатная плата позволяет установить в качестве конденсатора C1 или один конденсатор емкостью 1 мкФ, или два 0,47 мкФ или три 0,33 мкФ. Резистор R2 устанавливают в сетевой вилке. На ручку тумблера SA1 одевают изолирующий колпачок.

Трансформатор T1 наматывают на таком же ферритовом кольце. Обмотка I содержит 60 витков провода ПЭЛШО-0,1, обмотка II— 24 витка провода ПЭЛШО-0,27 с отводом от середины. Для транзисторов VT1, VT3 допустимы замены, указанные при описании предыдущей конструкции для транзисторов КТ3107А. В качестве транзистора VT2 можно использовать КТ3102А — Е в металлическом или пластмассовом корпусах,



а)



б)

Рис. 39. Печатная плата:
а — со стороны установки микросхем; *б* — с противоположной стороны

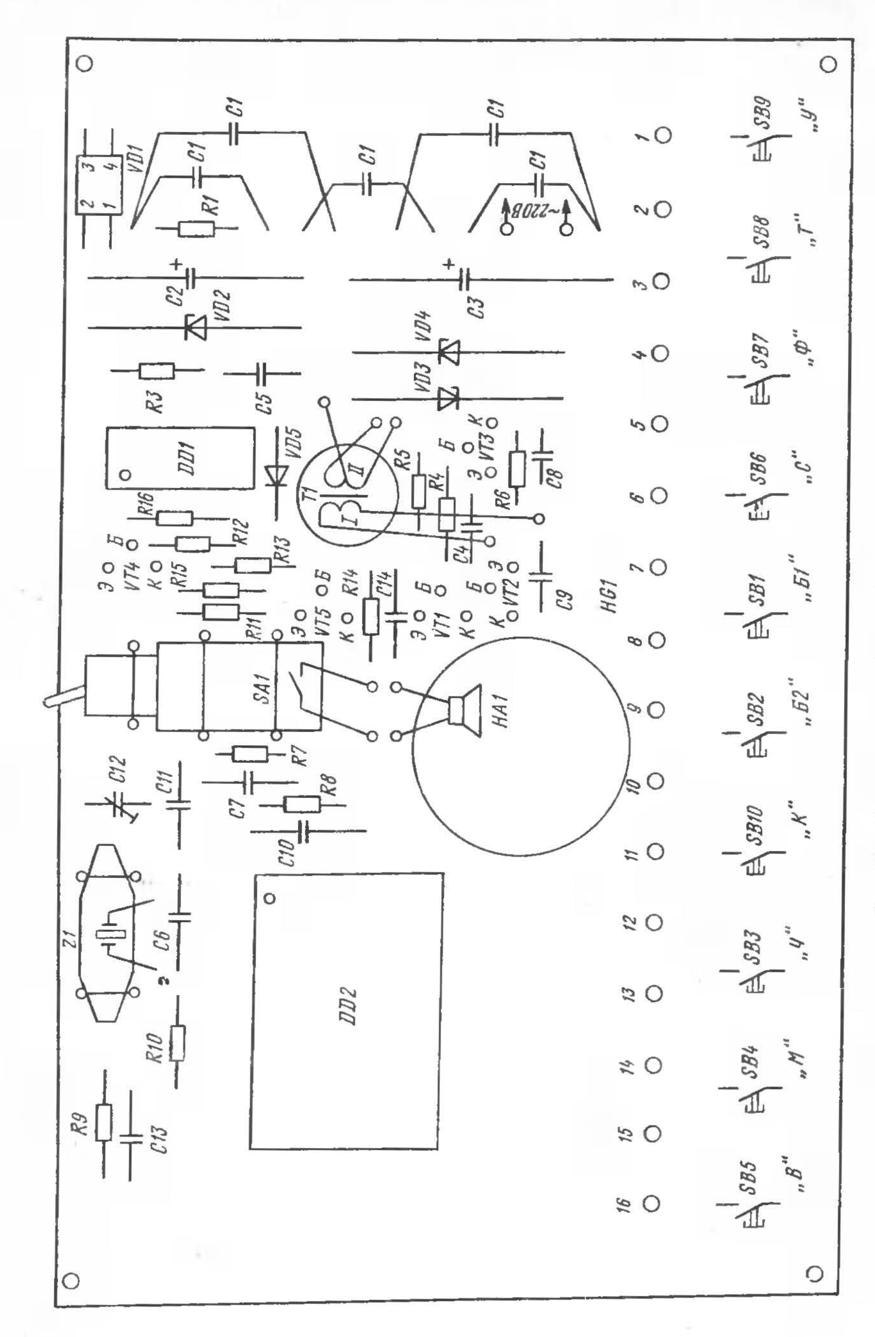


Рис. 40. Расстановка элементов на плате

КТ3117А. Транзисторы VT4, VT5— любые кремниевые маломощные соответствующей структуры.

Так же, как и при проверке описанных выше часов, первое включение производят от источника постоянного напряжения с максимальным напряжением 30...35 В при замкнутом накоротко конденсаторе С1. Плавно повышая напряжение источника, его устанавливают таким, чтобы потребляемый ток составлял 40...45 мА. При этом начинаем работать преобразователь напряжения и светиться индикатор, на котором должны появиться четыре нуля.

При нажатии на кнопку SB5 «Время» должны замигать разделительные точки — часы вышли на режим индикации текущего времени. Устанавливают необходимые показания нажатием кнопки SB9 «Установка» и кнопок SB3 «Часы» или SB4 «Минуты». При переходе показаний минут из 59 в 00 переноса единицы в показание часов не происходит.

При нажатии кнопок SB6 «Секунды» часы переходят в режим индикации минут и секунд текущего времени, возврат в режим индикации часов и минут происходит при нажатии кнопки SB5 «Время».

Коррекцию показаний часов в процессе эксплуатации производят с помощью кнопки SB10 «Коррекция». Ее включение отличается от стандартного, она действует только при одновременном нажатии кнопки SB5 «Время». Если показания минут составляют 00...49, нажатие кнопок SB5 и SB10 приводит к сбросу показаний минут и сохранению показаний часов. Если показания минут находятся в пределах 50...59, при их сбросе происходит увеличение показаний часов на единицу. Таким образом, для коррекции хода часов независимо от того, опаздывали они или спешили, достаточно нажать кнопки SB5 и SB10 и отпустить их по шестому сигналу поверки времени.

Необходимость нажатия дух кнопок для коррекции или установки необходимых показаний исключает возможность сбоя хода часов при ошибочном нажатии на одну из кнопок.

Как указывалось выше, часы имеют два будильника. Для вызова на индикацию времени включения любого из них необходимо нажать кнопку SB1 «Будильник 1» или SB2 «Будильник 2». При первом нажатии на эти кнопки после включения часов на табло возникает показание 55 час. 55 мин. Необходимое время включения будильника устанавливают при нажатии кнопок SB9 «Установка» и SB3 «Часы» или SB4 «Минуты», при этом показания как часов, так и минут могут изменяться от 00 до 59. Для проверки работы будильников необходимо установить время включения одного будильника на 1 мин больше текущего времени, другого — на 2 мин. При совпадении показаний текущего времени с временем включения первого будильника должен включиться прерывистый звуковой сигнал, который можно выключить нажатием на кнопку SB5 «Время». То же должно произойти и при совпадении показаний текущего времени и времени включения второго будильника.

Звуковой сигнал можно также отключать тумблером SA1. Опыт эксплуатации часов показал, что удобнее иметь два выключателя, с помощью которых можно управлять отключением будильников раздельно. Один из выключателей следует включить в цепь выхода Б1, другой — в цепь выхода Б2 микросхемы DD2, выключатель SA1 при этом исключить.

Часы можно использовать как таймер. Время выдержки таймера набирается в минутах и секундах после нажатия на кнопку SB1 «Будильник 1», в результате чего время включения будильника теряется. Пуск таймера осуществляется кнопкой SB8 «Таймер».

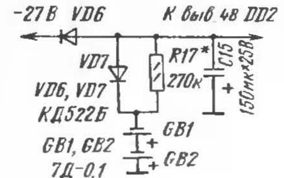


Рис. 41. Подключение резервной батареи питания

Показания на индикаторе уменьшаются, и после появления всех нулей начинает звучать непрерывный сигнал. Сигнал может быть прерван нажатием на кнопку SB5 «Время». Длительность звучания сигнала таймера, так же как и будильников, составляет 55 с.

При работе таймера портится время включения второго будильника. Если же во время работы таймера нажимают любую из кнопок SB1, SB2, SB5—SB7, текущее время таймера запоминается в часах как время включения второго будильника, что можно использовать для упрощения набора времени включения второго будильника. Набранное время работы таймера при его работе не сбивается.

Часы позволяют зафиксировать на индикаторе текущее время в часах и минутах или в минутах и секундах, для чего при работе часов в соответствующем режиме нажимают кнопку SB7 «Фиксация». Сам ход часов при этом не нарушается, и после нажатия кнопок SB5 «Время» или SB6 «Секунды» на индикаторе появляется правильное текущее время.

С помощью кнопки SB7 «Фиксация» останавливают также и отсчет времени таймера, но повторный пуск таймера происходит от начально установленного времени работы таймера.

После проверки снимают перемычку с конденсатора С1 и включают часы в сеть.

В часах используют детали от набора «Старт 7176»— Часы электронные — микросхема К145ИК1901, кварцевый резонатор РВ-72, индикатор ИВЛ1-7/5, диод КД522Б, три стабилитрона Д814Б, резисторы.

При отсутствии индикатора ИВЛ1-7/5 в двух последних конструкциях часов можно без переделки печатной платы использовать четыре любых одноместных люминесцентных индикатора, изготовив для их подключения печатную плату. Пример такой платы для установки индикаторов ИВ11 приведен на рис. 33 (плата меньшего размера). При использовании индикаторов, отличных от ИВЛ1-7/5, необходимо пересчитать число витков накальных обмоток трансформаторов.

Для обеспечения бессбойной работы часов на микросхеме К145ИК1901 при перерывах в подаче напряжения питающей сети в часы можно ввести резервную батарею из двух аккумуляторов 7Д-0,1 (рис. 41). Резистор R17 следует подобрать так же, как и в предыдущих конструкциях, для обеспечения тока подзаряда аккумуляторов 30 мкА. Вывод 1 микросхемы DD2 должен быть подключен, как и в основном варианте часов, к цепи —27 В.

ПЕРВИЧНЫЕ КВАРЦЕВЫЕ ЧАСЫ

На многих предприятиях, в учреждениях, школах и других общественных местах устанавливают электрические часы. Питание они получают от так называемых первичных часов. Обычно это специальные маятниковые часы с контактами,

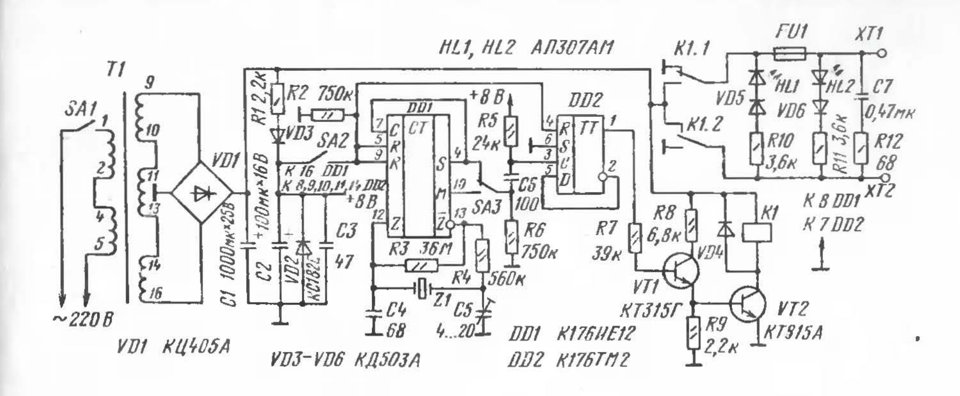


Рис. 42. Схема первичных часов

подающими каждую минуту импульсы 24 В меняющейся полярности — именно такое питание требуется для вторичных электрических часов. Маятниковые часы малонадежны, громоздки и требуют систематического ухода. Их точность существенно уступает точности кварцевых часов.

Описываемые здесь первичные кварцевые часы имеют малые габаритные размеры и обладают высокой точностью, от них могут работать до 40 вторичных электрических часов. Часы обеспечивают также ускоренный ход вперед, что необходимо после перерывов в подаче питания.

Схема часов приведена на рис. 42. Основу устройства составляет кварцевый генератор с делителем частоты до 1 импульса в минуту на микросхеме DD1. Через переключатель SA3 и дифференцирующую цепь C6R5 импульсы поступают на вход счетного триггера DD2. Напряжение на выходе триггера меняется 1 раз в минуту, включая на 1 мин транзисторы VT1, VT2 и реле К1 и выключая их также на 1 мин. Реле своими контактами каждую минуту переключает полярность постоянного напряжения 24 В, поступающего с выхода выпрямителя VD1 C1 на выходные зажимы часов XT1 и XT2.

Питание вторичных часов постоянным напряжением меняющейся полярности обеспечивает большую помехоустойчивость по сравнению с импульсным питанием и упрощает первичные часы.

Светодиоды HL1 и HL2 индицируют работу часов.

Предохранитель FV1 на ток 1 А защищает часы от коротких замыканий в выходной цепи. При перегорании предохранителя зажигается только светодиод HL1, что индицирует неисправность.

Переключатель SA2 служит для точного пуска часов, переключатель SA3, который может подавать с выхода S микросхемы DD1 импульсы с частотой 1 Гц, обеспечивает контроль работы первичных часов и возможность ускоренного перевода вторичных часов вперед.

Пуск часов осуществляется следующим образом. Все вторичные часы вручную устанавливают на ближайший целый час. В первичных часах замыкают контакты переключателя SA2, переключатель SA3 устанавливают в нижнее по схеме положение.

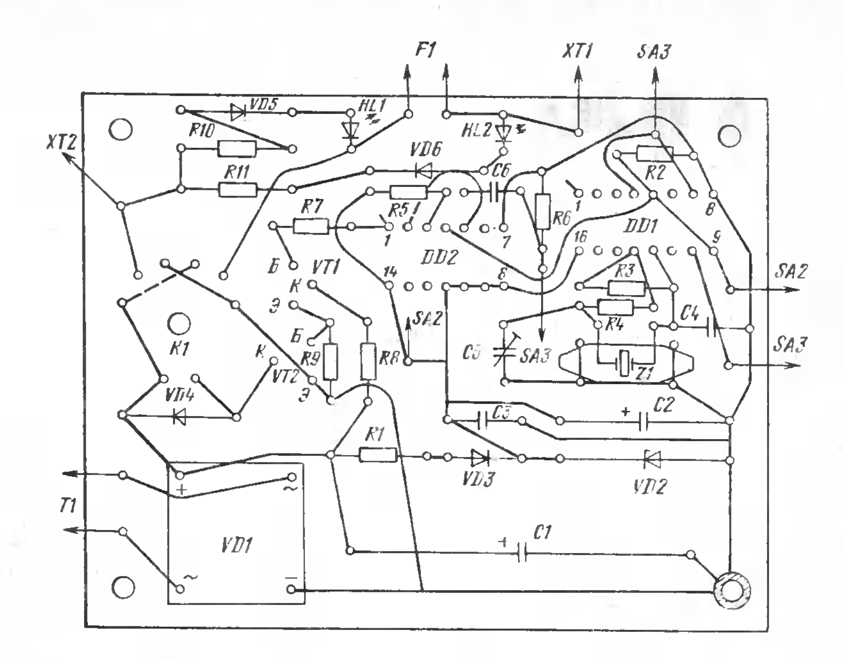


Рис. 43. Печатная плата первичных часов

Включают первичные часы тумблером SA1 и проверяют показания всех вторичных часов. Если какие-либо из них показывают установленный час плюс 1 мин, то отключают их от первичных, устанавливают вновь на тот же целый час и вновь подключают к первичным, поменяв полярность подключения.

Спустя 1 с после шестого сигнала поверки времени контакты SA2 размыкаются. Состояние триггера DD2 не изменяется, реле K1 выключено. Спустя еще 39 с на выходе M микросхемы DD1 появляется лог. 1, но состояние триггера DD2 не изменяется. Через 1 мин после шестого сигнала лог. 1 на выходе M DD1 сменяется на лог. 0, указанный перепад напряжения продифференцируется цепью C6R5 и в виде короткого импульса отрицательной полярности поступает на вход триггера DD2. Спад этого импульса переключает триггер DD2, полярность выходного напряжения изменяется на обратную. При отсутствии дифференцирующей цепи переключение полярности происходило бы через 39 с после пуска, а не через 1 мин, что затрудняло бы точный пуск.

Коррекция показаний вторичных часов в процессе эксплуатации производится следующим образом. В последнюю минуту часа, когда минутные стрелки вторичных часов показывают 59 мин, замыкают контакты переключателя SA2, при этом часы переключаются и начинают показывать 00 мин. Спустя 1 с после шестого сигнала поверки времени размыкают контакты SA2, что обеспечивает точный пуск часов.

В часах используют резисторы МЛТ, конденсаторы К50-29 (C1), К52-1 (C2), КТ4-25б (C5), КМ-5, кварцевый резонатор от наручных часов на частоту 32 768 Гц. Реле K1 типа РЭС-9 (паспорт РС4.421.201), трансформатор ТН-32. Мост КЦ405А можно заменить на любые диоды с рабочим током не менее 0,5 А, диоды КД503А — на любые маломощные, транзистор КТ315Г — на любой маломощный транзистор структуры n-p-n с рабочим напряжением не менее 30 В, транзистор КТ815А — на любой n-p-n транзистор средней мощности. Стабилитрон можно использовать любого типа на напряжение 7...10 В, светодиоды — любые.

Почти все детали первичных часов устанавливают на печатную плату с габаритными размерами 70×90 мм (рис. 43), светодиоды HL1 и HL2 впаяны со стороны печатных проводников. Печатная плата помещена в корпус с габаритными размерами 100×200×80 мм, на верхней панели которого размещены все остальные детали часов. Светодиоды выведены через отверстия в верхней панели.

Подстройку точности хода часов производят при помощи цифрового частотомера, вход которого подключают к выходу S микросхемы DD1. Установив частотомер в режим измерения периода с частотой заполнения 10 МГц, подстроечным конденсатором C5 добиваются периода импульсов, равного 1 с. После двух-трех недель эксплуатации настройку часов уточняют. Хорошо отрегулированные часы обеспечивают точность хода не хуже 2 с в месяц.

ПРИБОР ДЛЯ НАСТРОЙКИ ЧАСОВ

Для настройки кварцевых генераторов часов на частоту 32 768 Гц можно изготовить несложный прибор. Он содержит кварцевый генератор, точно настроенный на частоту 32 768 Гц, и фазовый детектор со светодиодным индикатором.

Схема фазового детектора приведена на рис. 44. На вход $F_{изм}$ подается сигнал с кварцевого генератора настраиваемых часов, на вход $F_{оп}$ — с эталонного кварцевого генератора. Фронты импульсов, поступающих на входы C D-триггеров микросхемы DD1, устанавливают эти триггеры в состояние 1. При установке триггера DD1.2 в 1 он своим выходным сигналом устанавливает триггер DD1.1 в 0. В свою очередь, триггер DD1.1, будучи установлен триггером DD1.2 в 0, сбрасывает этот триггер также в 0.

В результате по фронтам импульсов $F_{изм}$ триггер DD1.1 устанавливается в 1, по фронтам импульсов $F_{оп}$ — сбрасывается в 0. Длительность единичного состояния триггера определяется разностью фаз сигналов $F_{изм}$ и $F_{оп}$. Если частоты обоих сигналов совпадают, разность фаз постоянна, среднее напряжение на светодиоде HL1 постоянно, яркость его свечения постоянна.

Если частоты сигналов не совпадают, среднее напряжение на светодиоде меняется, меняется и его яркость. Для примера на рис. 45 показан случай, когда $F_{изм} < F_{оп}$. В этом случае яркость светодиода плавно уменьшается, затем скачком увеличивается, снова плавно уменьшается и т. д. Если разность частот не превышает 5 Гц, этот эффект хорошо заметен. Для грубой подстройки параллельно светодиоду подключают высокоомный телефон, точную настройку производят по светодиоду.

Напряжение питания прибора не должно превышать напряжения питания настраиваемых часов. Удобно использовать батарею на напряжение 4,5...5 В, в этом случае можно настраивать часы с напряжением питания 4,5...9 В.

Кварцевый генератор прибора можно собрать по схеме рис. 46. Здесь используют практически любую простую логическую микросхему. Целесообразнее использовать генератор каких-либо часов, что позволяет контролировать точность эталонного генератора. Удобно использовать генератор будильника по схеме рис. 29. Фазовый детектор рис. 44 можно установить в корпус часов, если собрать его на микросхеме К564ТМ2,

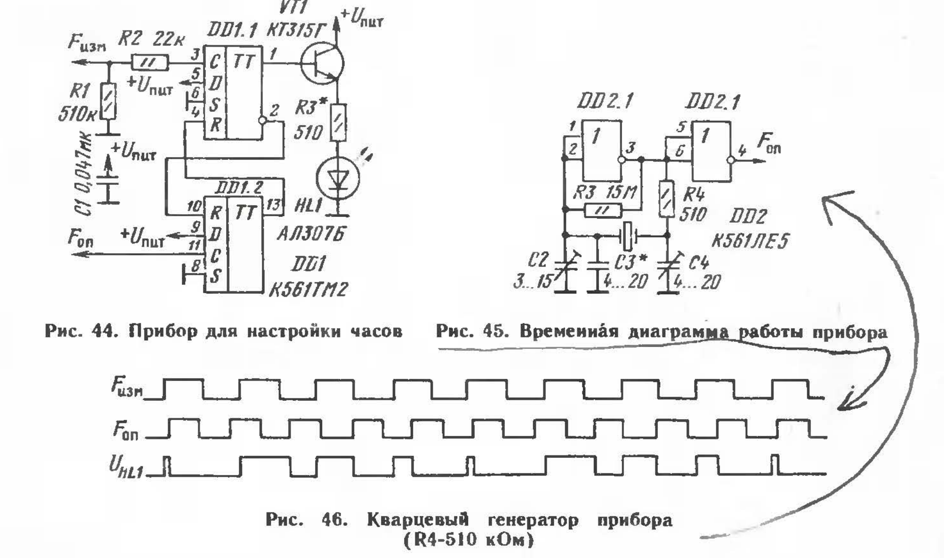


Рис. 44. Прибор для настройки часов

Рис. 45. Временная диаграмма работы прибора

Рис. 46. Кварцевый генератор прибора (R4-510 кОм)

являющейся аналогом микросхемы К561ТМ2, но имеющей меньшие габаритные размеры.

При отсутствии сигнала $F_{изм}$ триггер DD1.1 постоянно находится в состоянии 0, светодиод выключен, поэтому увеличения тока потребления часами практически не происходит.

Приведенными описаниями схем электронных часов на МОП-микросхемах не ограничиваются возможности радиолюбителей по их конструированию. Появляются все новые специализированные микросхемы: со встроенным календарем, специально для установки в автомобиль, для встраивания в микропроцессорные ЭВМ и др. Некоторые принципы конструирования, описанные здесь, можно распространить и на часы с новыми микросхемами.

Автор надеется, что данная книга поможет многим радиолюбителям не только успешно повторить описанные конструкции, но и творчески подойти к самостоятельной разработке и изготовлению многих полезных и интересных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Алексеев С. А.** Применение микросхем серии К176//Радио.—1984.— № 4.— С. 25—28; № 5.— С. 36—40; № 6.— С. 32—35; 1986.— № 2.— С. 56—57.
2. **Бирюков С. А.** Электронные часы: Радиоежегодник.—М.: ДОСААФ, 1984.— С. 94—102.
3. **Алексеев С. А.** Будильник в часах на ИМС серии К176//Радио.—1984.— № 7.— С. 26—27.
4. **Бирюков С. А.** Электронные будильники на микросхемах: Радиоежегодник.— М.: ДОСААФ, 1987.— С. 114—132.
5. **Алексеев С. А.** Первичные кварцевые часы//Радио.—1985.— № 10.— С. 44, 45.
6. **Бирюков С. А.** Цифровые устройства на МОП интегральных микросхемах.— М.: Радио и связь, 1990.—128 с.